

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
1431**

Première édition
First edition
1995-08

**Guide pour l'utilisation de systèmes
de contrôle pour batteries de traction
au plomb**

**Guide for the use of monitor systems for
lead-acid traction batteries**

LICENSED TO MECON Limited, - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1431: 1995

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the 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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**RAPPORT
TECHNIQUE – TYPE 3
TECHNICAL
REPORT – TYPE 3**

**CEI
IEC
1431**

Première édition
First edition
1995-08

**Guide pour l'utilisation de systèmes
de contrôle pour batteries de traction
au plomb**

**Guide for the use of monitor systems for
lead-acid traction batteries**

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

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

P

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Caractéristiques souhaitables	8
2.1 Généralités	8
2.2 Indicateur d'état de charge «jauge à carburant»	8
2.3 Information sur la température de la batterie	8
2.4 Avertissement de haute température de la batterie	8
2.5 Indication de niveau d'électrolyte	8
2.6 Mise à niveau	8
2.7 Uniformité des éléments	10
2.8 Age de la batterie	10
2.9 Identification de la batterie	10
3 Caractéristiques pratiques	10
3.1 Indication de l'état de charge «jauge à carburant»	10
3.2 Information sur la température de la batterie	12
3.3 Consommation d'eau	12
3.4 Uniformité des éléments	14
3.5 Densité de l'électrolyte	14
3.6 Capacité cumulée	14
3.7 Age de la batterie	16
3.8 Identification de la batterie	16
3.9 Systèmes de protection	16
3.10 Défauts de terre	16
4 Caractéristiques de précision/fiabilité	18
4.1 Caractéristiques	18
5 Interprétation des données caractéristiques	20
5.1 Interprétation des données	20
5.2 Prévion de la durée de service résiduelle	22
Annexe A Equations proposées et corrélations pour calculer la capacité résiduelle et la durée de service d'une batterie	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope	9
2 Desirable characteristics and features	9
2.1 General	9
2.2 State of charge indication "fuel gauge"	9
2.3 Battery temperature information	9
2.4 High battery temperature warning	9
2.5 Electrolyte level indication	9
2.6 Topping up	9
2.7 Uniformity of cells	11
2.8 Battery age	11
2.9 Battery identification	11
3 Practical characteristics and features	11
3.1 State of charge indication "fuel gauge"	11
3.2 Battery temperature information	13
3.3 Water consumption	13
3.4 Uniformity of cells	15
3.5 Electrolyte density	15
3.6 Capacity throughput	15
3.7 Battery age	17
3.8 Battery identification	17
3.9 Protective devices	17
3.10 Ground faults	17
4 Accuracy / reliability characteristics	19
4.1 Characteristics	19
5 Interpretation of characteristics data	21
5.1 Interpretation of data	21
5.2 Predicted residual operational life	23
Annex A Proposed equations and dependencies for the calculation of the residual capacity and service time of a battery	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GUIDE POUR L'UTILISATION DE SYSTÈMES DE CONTRÔLE POUR BATTERIES DE TRACTION AU PLOMB

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

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

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**GUIDE FOR THE USE OF MONITOR SYSTEMS FOR LEAD-ACID
TRACTION BATTERIES**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

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

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

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

La CEI 1431, rapport technique de type 3, a été établie par le comité d'études 21 de la CEI: Accumulateurs.

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

Projet de comité	Rapport de vote
21(SEC)359	21/378/RVC

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

Au début de l'année 1988, il devint tout à fait évident que différents types de batteries industrielles au plomb sans entretien étaient utilisés pour des applications de batteries de traction. Conséquence de cette nouvelle tendance, beaucoup de fabricants et d'utilisateurs voulurent savoir comment il était possible d'évaluer l'état de charge et l'état de santé des batteries.

Comme les batteries sans entretien ne permettent généralement pas l'utilisation des méthodes traditionnelles d'examen employées sur les batteries conventionnelles ouvertes, on pensa qu'une utilisation plus grande serait faite des mesures et observations utilisant des systèmes de contrôle.

GUIDE FOR THE USE OF MONITOR SYSTEMS FOR LEAD-ACID TRACTION BATTERIES

1 Scope

This IEC Technical Report is an informative document covering the broadest aspects of automatic monitor systems as they apply to traction battery applications. The subject of the Technical Report covers those monitor characteristics and features which need to be controlled, though not necessarily currently available. In addition it accommodates those characteristics which are measurable and provides interpretations of accuracy and reliability of the information generated.

2 Desirable characteristics and features

2.1 *General*

This clause provides a listing of relevant characteristics each of which, if measured, would contribute information towards the assessment of the condition of a traction battery. The characteristics are not listed in any order of priority.

2.2 *State of charge indication "fuel gauge"*

Determination of this characteristic within acceptable tolerance (i.e. $\pm 2,5$ %) without the necessity to undertake a capacity test is very desirable.

2.3 *Battery temperature information*

Battery temperature is a very useful characteristic to be measured on both conventional and maintenance-free batteries. It provides information essential to the discharge characteristic, recharge characteristic and life predictions.

2.4 *High battery temperature warning*

This feature is desirable, as high temperature could lead to shorter battery service life.

2.5 *Electrolyte level indication*

It is essential to observe this characteristic with flooded electrolyte batteries.

2.6 *Topping up*

Topping up is clearly relevant to vented cells. Continuous records of water volume added can give information on the ageing of the battery. Topping up is not relevant however, to valve-regulated batteries.

IEC 1431, which is a technical report of type 3, has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

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

Committee draft	Report on voting
21(SEC)359	21/378/RVC

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

During the early part of 1988 it became quite obvious that maintenance-free industrial lead-acid batteries of various types were being introduced into traction battery applications. As a consequence of this new trend, many equipment-makers and operators were asking questions as to how it was possible to ascertain the state of charge and the state of health of the battery.

As maintenance-free batteries generally prevent the use of traditional methods of investigation employed on conventional vented batteries, it was anticipated that there would be more extensive use made of monitor-type measurements and observations.

GUIDE POUR L'UTILISATION DE SYSTÈMES DE CONTRÔLE POUR BATTERIES DE TRACTION AU PLOMB

1 Domaine d'application

Ce Rapport technique de la CEI est un document informatif donnant la vue la plus large possible des systèmes de contrôle automatiques, dans leurs applications aux batteries de traction. Ce Rapport technique couvre les caractéristiques et particularités qu'il serait souhaitable de contrôler, même si ces caractéristiques ne sont pas forcément disponibles aujourd'hui. En supplément, ce guide donne les caractéristiques qui sont mesurables et fournit des interprétations sur la précision et la fiabilité des informations recueillies.

2 Caractéristiques souhaitables

2.1 Généralités

Cet article fournit une liste de caractéristiques pertinentes dont la mesure individuelle contribuerait à informer sur l'état de la batterie de traction. Les caractéristiques ne sont pas listées dans un quelconque ordre de priorité.

2.2 Indicateur d'état de charge «jauge à carburant»

La détermination de cette caractéristique dans une gamme de tolérance acceptable (i.e. $\pm 2,5$ %), sans avoir besoin d'effectuer de mesure de capacité, est extrêmement souhaitable.

2.3 Information sur la température de la batterie

La température de la batterie est une caractéristique très utile à mesurer, à la fois sur les batteries traditionnelles et sur les batteries sans entretien. Elle fournit des informations essentielles aux caractéristiques de décharge et recharge, ainsi qu'aux prévisions de durée de vie.

2.4 Avertissement de haute température de la batterie

Cette caractéristique est souhaitable, car une température élevée peut conduire à une durée de service de la batterie plus courte.

2.5 Indication de niveau d'électrolyte

Il est essentiel d'examiner cette caractéristique avec les batteries à électrolyte libre.

2.6 Mise à niveau

La mise à niveau est évidemment une caractéristique propre aux batteries ouvertes. L'enregistrement continu des volumes d'eau ajoutés peut donner des informations sur le vieillissement de la batterie. La remise à niveau n'est cependant pas applicable aux batteries étanches à soupapes.

2.7 Uniformité des éléments

La mesure des tensions et températures individuelles des éléments en charge et en décharge peut donner de bonne heure des indications de l'existence d'un élément faible, à la fois pour les batteries ouvertes et les batteries sans entretien. En outre, cette information indique l'état général de la batterie.

2.8 Age de la batterie

L'âge de la batterie est un élément d'information essentiel, en général déduit de l'étiquette de la batterie. Il pourrait, si c'est exigé, être mis sous forme d'un «code barres» donnant la date de mise en service pour stockage électronique ultérieur dans un système de contrôle.

2.9 Identification de la batterie

L'identification de la batterie figure normalement sur l'étiquette, mais pourrait être stockée électroniquement.

3 Caractéristiques pratiques

3.1 Indication de l'état de charge «jauge à carburant»

L'état de charge peut être déterminé en comptant le nombre d'ampère-heures déchargés à partir de l'état 100 % chargé, en tenant compte du régime de décharge, de la température, de la capacité dépréciée réelle et des possibilités de se recalculer par rapport à une origine.

Le calcul peut être fait en utilisant les caractéristiques suivantes:

courant:	I (A)	durant la décharge et la charge;
tension:	U (V)	durant la décharge et la charge;
température:	T (°C)	durant la décharge et la charge;
durée:		
	t (h)	de décharge et de charge;
	t (h)	d'interruptions durant la décharge et la charge;
	t (h)	d'interruptions entre la décharge et la charge;
	t (h)	hors service.

NOTE 1 – La dépréciation de la capacité réelle est influencée par les facteurs suivants:

- mauvais entretien;
- surcharge;
- sous-charge;
- décharge profonde persistante;
- températures élevées >55 °C;
- basses températures <10 °C;
- courants de décharge extrêmement élevés;
- vieillessement.

Une méthode de calcul de la capacité dépréciée est donnée dans l'annexe A.

NOTE 2 – Le principe utilisé pour le recalage de l'indicateur d'état de charge influence sa précision. La précision la plus élevée est en général obtenue quand le contrôle commence avec une batterie pleinement chargée.

2.7 Uniformity of cells

Measurement of individual cell voltages and temperatures during charge and discharge can give early indications of a weak cell in both vented and maintenance-free batteries. In addition, this information indicates the general condition of the battery.

2.8 Battery age

Battery age is an essential piece of information normally derived from a battery label, but could, if required, be "bar coded" in the form of a commission date for subsequent electronic storage in a monitoring system.

2.9 Battery identification

Battery identification is normally assigned to the battery label, but could be stored electronically.

3 Practical characteristics and features

3.1 State of charge indication "fuel gauge"

The state of charge can be determined by counting the discharged ampere hours beginning from 100 % state of charge, taking account of the discharge rate, the temperature, the derated actual capacity and reset facility.

This may be determined by using the following characteristics:

current:	I (A)	during discharge / charge;
voltage:	U (V)	during discharge / charge;
temperature:	T (°C)	during discharge / charge;
duration		
	t (h)	of the discharge / charge;
	t (h)	of interruptions during discharging / charging;
	t (h)	of interruptions between discharge / charge;
	t (h)	out of operation.

NOTE 1 – The derating of the actual capacity is influenced by the following:

- poor maintenance;
- overcharging;
- undercharging;
- persistent deep discharge;
- elevated temperatures >55 °C;
- low temperatures <10 °C;
- extreme high discharge currents;
- ageing.

A proposed method of calculating the derated capacity is given in annex A.

NOTE 2 – The principal used to reset the state of charge indicator influences its accuracy. Greatest accuracy is usually achieved when monitoring commences with a fully charged battery.

3.2 Information sur la température de la batterie

Le point de mesure de la température doit être situé entre deux éléments du milieu, ou attaché à une connexion entre éléments ou à une borne, de manière à mesurer la température la plus élevée dans la batterie. Dans tous les cas il faut tenir compte des gradients de température à l'intérieur de l'élément.

Là où une mesure à basse température est exigée, le point de mesure de la température doit être situé sur l'élément ayant la plus basse température de fonctionnement de manière à mesurer la température la plus basse de la batterie.

NOTE – Un contrôle manuel de la température, avec un thermomètre ordinaire plongé dans l'électrolyte d'un élément, n'est pas une méthode applicable pour des mesures automatiques et pour les batteries de type étanches à soupape. Pour des mesures automatiques de température, les thermomètres mesurant la température de surface (semi-conducteurs) sont utilisés. Les fils électriques et les semi-conducteurs nécessitent une isolation électrique et une protection appropriée contre la corrosion.

Les paramètres suivants doivent être mesurés et enregistrés:

Température T en degrés centigrades et durée t en heures dans les groupes de température suivants:

Durée	Gamme de température pour les éléments ouverts	Gamme de température pour les éléments étanches à soupapes
h	°C	°C
t_1	< 10	< 10
t_2	10 – 40	10 – 30
t_3	40 – 50	30 – 40
t_4	50 – 55	40 – 45
t_5	> 55	> 45

Avertissement et/ou coupure de circuit:

	$T \geq 55$	$T \geq 45$
--	-------------	-------------

3.3 Consommation d'eau

Les vérifications visuelles et les remplissages manuels ne s'appliquent pas aux systèmes de contrôle décrits dans ce guide.

Les niveaux d'électrolyte peuvent être contrôlés au moyen de dispositifs qui utilisent la lumière réfléchie ou au moyen de systèmes électriques. Lorsqu'un dispositif automatique de remise à niveau est installé, son fonctionnement remettra les niveaux au maximum recommandé.

3.2 Battery temperature information

The temperature measuring point should be between two middle cells, or fitted on a cell connector or post, in order to measure the highest temperature of the battery. In either case, account should be taken of the temperature gradients occurring within the cell.

Where low temperature measurement is required the temperature measuring point should be located at the cell with the lowest operating temperature in order to measure the lowest temperature of the battery.

NOTE – A manual temperature control with a normal thermometer, dipped into the electrolyte of a cell is not an applicable method for automatic measurements and for valve-regulated types. For automatic temperature measurements, surface temperature measuring thermometers (semiconductor) are used. Electrical wiring and semiconductors need appropriate insulation and corrosion protection.

The following should be measured and recorded:

Temperature T in degrees centigrade continuously and duration t in hours while in the following temperature groups:

Duration h	Temperature range for vented cells °C	Temperature range for valve-regulated cells °C
t_1	< 10	< 10
t_2	10 – 40	10 – 30
t_3	40 – 50	30 – 40
t_4	50 – 55	40 – 45
t_5	> 55	> 45

Warning and/or switch off:

	$T \geq 55$	$T \geq 45$
--	-------------	-------------

3.3 Water consumption

Visual checks and manual toppings up do not apply to the monitoring systems described in this guide.

Electrolyte levels can be monitored by the use of devices which use reflected light or the use of electrical probes etc. When fitted, the operation of an automatic topping-up device will restore levels to a recommended maximum.

Les paramètres suivants doivent être mesurés et enregistrés:

volume V (l) d'eau consommée dans les limites spécifiées;

avertissement et/ou coupure de courant lorsque:

$$V \text{ (l/mois)} \geq x \text{ (l)}$$

où x est une quantité d'eau spécifiée.

NOTE – La méthode n'est pas applicable aux types étanches à soupapes.

3.4 Uniformité des éléments

Il existe les deux méthodes suivantes pour vérifier l'uniformité des éléments:

a) contrôle des tensions d'éléments, températures et densités d'électrolyte:

U (V/élément): tension des éléments (sous débit / pendant la charge);

d (kg/l): densité de l'électrolyte;

T (°C): température de la batterie de l'électrolyte.

NOTE – Toutes les données doivent être stockées dans le système de contrôle.

b) mesure automatique, de préférence des tensions et températures de section de batteries. Une section pour les mesures de tension ne doit pas dépasser six éléments. La subdivision de la batterie en deux parties est recommandée pour permettre les comparaisons.

Les paramètres suivants doivent être mesurés et enregistrés:

U (V/section): tension de la section (sous débit / pendant la charge);

t (°C): température de la batterie.

3.5 Densité de l'électrolyte

NOTE – La mesure de la densité d'électrolyte est possible uniquement lors d'un examen manuel. Dans le cas de systèmes de contrôle automatiques, une valeur approximative de la densité d'électrolyte d en kg/l d'un mono-élément peut être calculée en utilisant la formule suivante:

$$d \text{ (kg/l)} = U_0 \text{ (V/élément)} - 0,84$$

où U_0 en V/élément est la tension de circuit ouvert stabilisée mesurée entre 20 °C et 30 °C après une période de repos.

3.6 Capacité cumulée

La méthode normale de calcul de la capacité cumulée est d'intégrer la capacité utilisée dans les cycles de décharge successifs.

Les paramètres suivants doivent être mesurés et enregistrés:

capacité en Ah et nombre de cycles;

n : nombre de cycles;

Q_1 (Ah): ampères-heures par décharge;

ΣQ_1 (Ah): total des ampère-heures déchargés;

Q_2 (Ah): ampères-heures par charge;

ΣQ_2 (Ah): total des ampères-heures chargés.

The following should be measured and recorded:

volume V (l) of water consumption within specified limits;

warning and/or switch of when:

$$V \text{ (l/month)} \geq x \text{ (l)}$$

where x is a specified quantity of water.

NOTE – The method is not applicable for valve-regulated types.

3.4 Uniformity of cells

There are two methods available to check the uniformity of cells as follows:

a) monitoring of cell voltages, temperatures and densities of electrolyte:

U (V/cell): cell voltages (under load / during charge);

d (kg/l): density of the electrolyte;

T (°C): electrolyte/battery temperature.

NOTE – All data should be stored in the monitoring system.

b) automatic measuring, preferably section voltages and battery temperatures, where a section for voltage readings should not exceed six cells. Subdivision of the battery into two halves is recommended for comparison purposes.

The following should be measured and recorded:

U (V/section): section voltage (under load / during charge);

t (°C): battery temperature.

3.5 Electrolyte density

NOTE – Measurement of the electrolyte density is applicable only during a manual inspection. For automatic monitoring systems an approximate value for the electrolyte density d in kg/l of a single cell can be calculated using the following formula:

$$d \text{ (kg/l)} = U_0 \text{ (V/cell)} - 0,84$$

where U_0 in V/cell is a stabilized open-circuit voltage taken after a rest period at a temperature between 20 °C and 30 °C.

3.6 Capacity throughput

The normal method of calculating the capacity throughput is to integrate the capacity used in successive discharge cycles.

The following should be measured and recorded:

capacity in Ah and number of cycles;

n : number of cycles;

Q_1 (Ah): ampere hours for each discharge;

ΣQ_1 (Ah): accumulated total of ampere hours on discharge;

Q_2 (Ah): ampere hours for each charge.

ΣQ_2 (Ah): accumulated total of ampere hours on charge.

Les paramètres suivants peuvent également être mesurés si besoin est:

énergie stockée en Wh

E_1 (Wh): watts-heures par décharge;

ΣE_1 (Wh): total des watts-heures déchargés;

E_2 (Wh): watts-heures par charge;

ΣE_2 (Wh): total des watts-heures chargés.

3.7 Age de la batterie

L'âge de la batterie peut facilement être déterminé, soit parce que la date de mise en service est marquée sur l'étiquette de la batterie, soit en consultant les données enregistrées dans la mémoire du système de contrôle.

Il convient que la date de mise en service (l'âge de la batterie) soit enregistrée.

3.8 Identification de la batterie

L'identification de la batterie peut être effectuée:

- a) visuellement
en utilisant les numéros de batteries, à stocker dans le système de contrôle;
- b) automatiquement
par lecture d'un code-barre à l'aide d'un scanner.

NOTE – La méthode b) est préférable pour les flottes de chariots électriques de grandes dimensions. Le système de contrôle doit être initialement alimenté avec les principales caractéristiques de chaque batterie, telles que date de mise en service, tension nominale, capacité assignée, caractéristiques types de décharge et charge, limitations de température et courants, etc.

3.9 Systèmes de protection

Il convient que les systèmes de protection deviennent actifs lorsque l'écart fixé par rapport à la tolérance moyenne de certaines caractéristiques spécifiées est atteint, ou lorsque les limites minimum et maximum sont dépassées.

3.10 Défaits de terre

Il convient que la résistance minimum d'isolation en courant alternatif mesurée entre les parties sous tension et le cadre du véhicule où est installée la batterie soit:

- a) pour les batteries en service: $\geq 50 \Omega/V$ avec un minimum de $1\,000 \Omega$ par batterie;
- b) pour les batteries neuves: $\geq 1 M\Omega$.

NOTE – Des exigences plus sévères pour les résistances d'isolation peuvent exister dans certaines régions ou pour certaines applications. Elles prennent le pas sur les valeurs ci-dessus.

The following may also be measured, if required:

stored energy in Wh

E_1 (Wh): watts hours for each discharge;

ΣE_1 (Wh): accumulated total of watt hours on discharge;

E_2 (Wh): watts hours for each charge;

ΣE_2 (Wh): accumulated total of watt hours on charge.

3.7 Battery age

The battery age can easily be determined, either because the date of commissioning is marked on the battery label, or by calling the data from the monitoring systems' memory.

The date into service (battery age) should be recorded.

3.8 Battery identification

Battery identification can be carried out:

- a) visually
using battery number, to be stored in the monitoring system;
- b) automatically
by reading of a bar code using a scanner.

NOTE – The method in item b) is preferred for larger fleets of electric trucks. The monitor system has to be loaded initially with the main characteristic data of each battery, e.g. date of commissioning, nominal voltage, rated capacity, typical discharge and charge characteristics, temperature and current limitations, etc.

3.9 Protective devices

Protective devices should activate when deviation from the average tolerance of specified characteristics occurs or when maximum or minimum limits are exceeded.

3.10 Ground faults

The minimum a.c.-insulation resistance of batteries measured between the live parts and the frame of the vehicle accommodating the battery should be:

- a) for batteries in service: $\geq 50 \Omega/V$ with a minimum of $1\,000 \Omega$ per battery;
- b) new batteries: $\geq 1 M\Omega$.

NOTE – More stringent requirements for insulation resistance may exist in certain regions or for certain applications and these take precedence.

4 Caractéristiques de précision/fiabilité

4.1 Caractéristiques

Il convient que les mesures à effectuer et leur précision soient conformes aux indications du tableau 1.

Tableau 1 – Unités et précision des caractéristiques mesurées

Caractéristiques	Unités	Précision	
		possible	recommandée
Temps	h ou min.	±1 s par jour	±1 s par jour
Température	°C	±0,5 K	±1 K
Température maximale	°C	±0,5 K	±1 K
Tension	V	±0,05 %	±0,5 %
Courant de décharge	A	±0,5 %	±0,5 %
Courant de charge	A	±1 %	±1 %
Capacité assignée (nominale)	Ah	—	—
Capacité	Ah	±2,5 %	±3 %
Rendement de charge (Ah _{déchargés} : Ah _{chargés})	%	±4 %	±4 %
Facteur de charge (Ah _{chargés} : Ah _{déchargés})	—	±4 %	±4 %
Nombre de décharges profondes dans la gamme: (>80 % C ₅)	—	—	—
Consommation d'énergie totale (en décharge)	kWh	±2 %	±2 %
Consommation d'énergie totale (en charge)	kWh	±2 %	±2 %
Nombre de cycles (n)	—	—	—
Maintien en circuit ouvert sans charge (durée)	Jour		
Période hors service (durée)	Jour		
Niveau d'électrolyte	mm	±2	±2
Volume d'eau consommée	l	±5 %	±5 %

4 Accuracy / reliability characteristics

4.1 Characteristics

Measurements to be taken and their accuracy should be as given in table 1.

Table 1 – Units and accuracy of measured characteristics

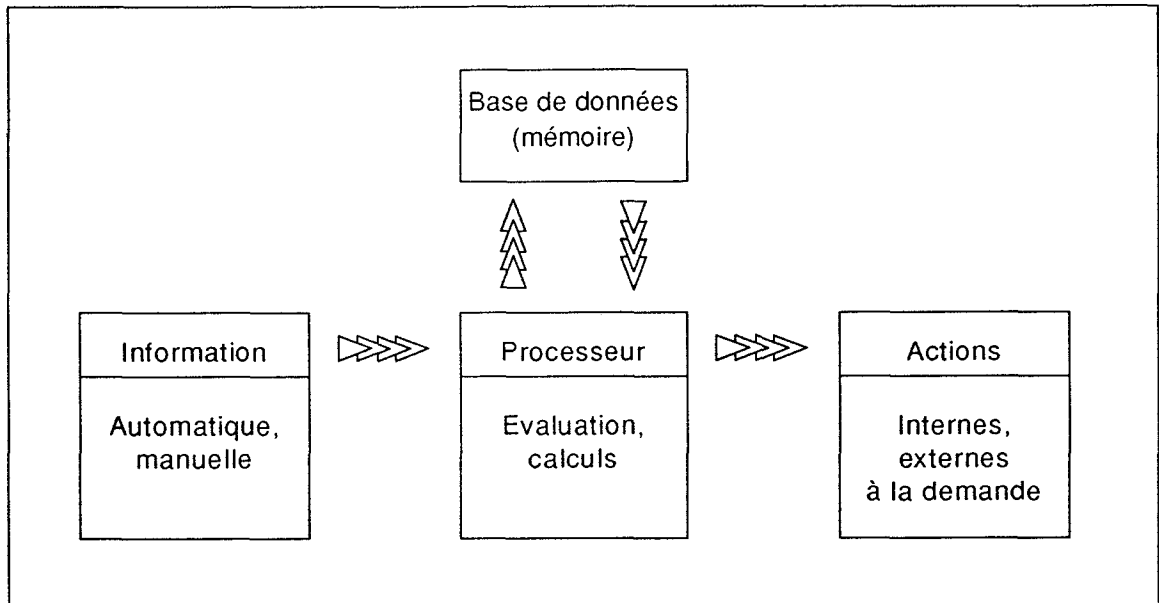
Characteristics	Units	Accuracy	
		possible	recommended
Time	h or min.	±1 s per day	±1 s per day
Temperature	°C	±0,5 K	±1 K
Maximum temperature	°C	±0,5 K	±1 K
Voltage	V	±0,05 %	±0,5 %
Discharge current	A	±0,5 %	±0,5 %
Charge current	A	±1 %	±1 %
Rated (nominal) capacity	Ah	—	—
Capacity	Ah	±2,5 %	±3 %
Charge efficiency (Ah _{discharged} : Ah _{charged})	%	±4 %	±4 %
Charge factor (Ah _{charged} : Ah _{discharged})	—	±4 %	±4 %
Number of deep discharge in the ranges:(>80 % C ₅)	—	—	—
Total energy consumption (discharge)	kWh	±2 %	±2 %
Total energy consumption (charge)	kWh	±2 %	±2 %
Number of cycles (n)	—	—	—
Remaining on open circuit uncharged (duration)	Day		
Out of operation (duration)	Day		
Electrolyte level	mm	±2	±2
Volume water consumption	l	±5 %	±5 %

5 Interprétation des données caractéristiques

5.1 Interprétation des données

Les données peuvent être utilisées pour activer des événements tels que le changement des tensions de charge, des alarmes, etc., définis comme des actions internes ou externes dans la figure 1 ci-dessous.

Les données peuvent également être utilisées pour déterminer les messages correspondant aux actions demandées, par référence à l'annexe A.



Identifications

Tensions
Courants
Températures
Temps calendaire

Internes:

changements par exemple de
– tension de charge
– durée de charge

Externes:

Volume d'eau
Alarme / coupure

A la demande:

– prédiction durée de vie
– énergie cumulée
– impression histoire

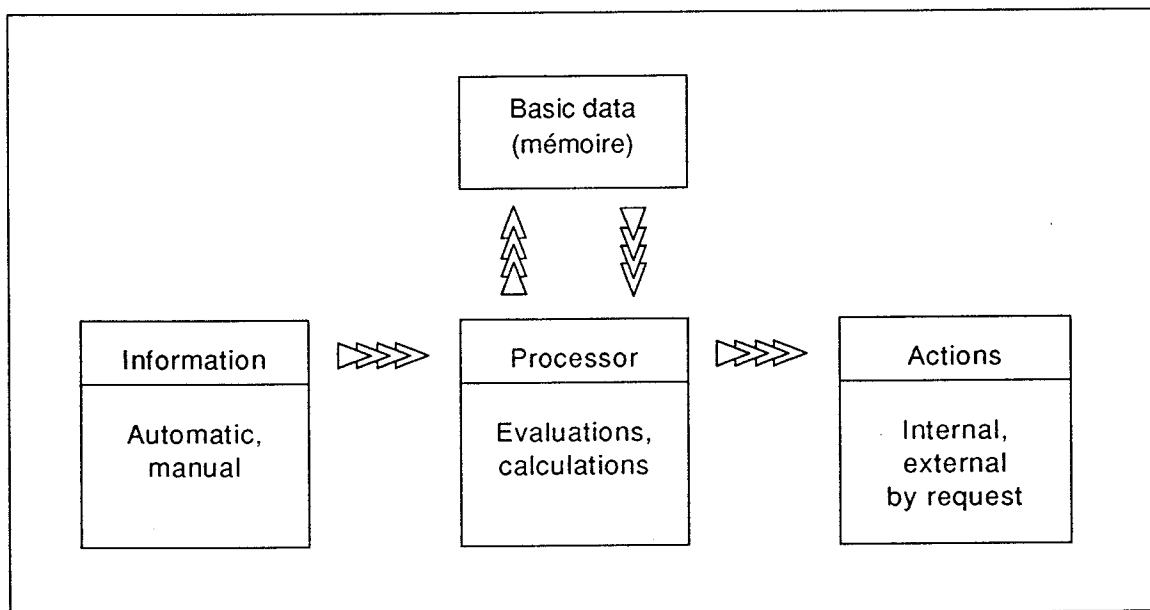
Figure 1 – Principe d'échange des données dans un système de contrôle

5 Interpretation of characteristics data

5.1 Interpretation of data

The data may be used to activate events such as changing of charge voltages, warnings, etc., which are shown as internal or external actions in figure 1 below.

The data may also be used to determine the messages for requested actions by reference to annex A.



Identifications

Voltages
Currents
Temperatures
Calendar time

Internal:

changes e.g. of
– charge voltage
– charging time

External:

Volume of water
Warning / switch off

By request

– life prediction
– energy throughput
– printed history

Figure 1 – Principle data flow in a monitoring system

5.2 *Prévision de la durée de service résiduelle*

Pour calculer la durée de service résiduelle, il est nécessaire de définir la capacité totale cumulée de la batterie ΣQ_1 en Ah.

$$\Sigma Q_1 = n \times d \times C_N$$

où

n est le nombre de cycles (—);

d est la profondeur de décharge par cycle (%);

C_N est la capacité nominale (assignée) (Ah).

Pour obtenir la capacité cumulée résiduelle ΣQ_{R1} , on soustrait de ΣQ_1 la capacité déjà déchargée ΣQ_{D1} .

$$\Sigma Q_{R1} = \Sigma Q_1 - \Sigma Q_{D1}$$

$$\Sigma Q_{D1} = C_{D1} + C_{D2} + C_{D3} + C_{D4} + C_{D5}$$

Outre la capacité réellement utilisée (C_{D1}), il faut prendre en compte au moyen de certaines corrections l'influence des décharges profondes (C_{D2}), de la température (C_{D3}), du temps passé hors service (C_{D4}) et du vieillissement (C_{D5}). Une méthode de calcul de la durée de service résiduelle d'une batterie est donnée à titre d'exemple dans l'annexe A.

5.2 Predicted residual operational life

To calculate the residual operational life, the definition of the total capacity throughput ΣQ_1 in Ah of the battery is required.

$$\Sigma Q_1 = n \times d \times C_N$$

where

n is the number of cycles (—);

d is the depth of discharge per cycle (%);

C_N is the nominal (rated) capacity (Ah).

To indicate the residual capacity throughput ΣQ_{R1} the capacity already discharged ΣQ_{D1} is subtracted from ΣQ_1 .

$$\Sigma Q_{R1} = \Sigma Q_1 - \Sigma Q_{D1}$$

$$\Sigma Q_{D1} = C_{D1} + C_{D2} + C_{D3} + C_{D4} + C_{D5}$$

In addition to the actual capacity used (C_{D1}), the influence of the deep discharges (C_{D2}), temperature (C_{D3}), time out of operation (C_{D4}), and ageing (C_{D5}) have to be taken into account by certain corrective measures. A method of calculating the residual operational life of a battery is given as an example in annex A.

Annexe A

Equations proposées et corrélations pour calculer la capacité résiduelle et la durée de service d'une batterie.

NOTE – Il n'y a pas de liste générale de facteur de dépréciation de la capacité. Les facteurs de dépréciation utilisés dans les exemples sont des valeurs typiques. Se reporter au fabricant pour des données spécifiques.

A.1 Capacité totale cumulée

La capacité totale cumulée ΣQ_1 exprimée en Ah est calculée à partir de l'équation suivante:

$$\Sigma Q_1 = n \times d \times C_N$$

où

n est le nombre de cycles (—);

d est la profondeur de décharge par cycle (%).

A.2 Capacité déjà déchargée

La capacité déjà déchargée peut avoir été réellement déchargée en utilisation normale (C_{D1}), ou être déduite de l'influence de la décharge profonde (C_{D2}), de la température (C_{D3}), du temps passé hors service (C_{D4}) et du vieillissement (C_{D5}).

$$\Sigma Q_{D1} = C_{D1} + C_{D2} + C_{D3} + C_{D4} + C_{D5}$$

La capacité réellement exprimée en Ah est:

$$\Sigma Q_{R1} = \Sigma Q_1 - \Sigma Q_{D1}$$

A.3 Facteurs de dépréciation

A.3.1 Evaluation de la décharge profonde

Une décharge profonde est détectée si la tension associée au courant de décharge I_m/I_5 chute en dessous des valeurs de la figure A.1.

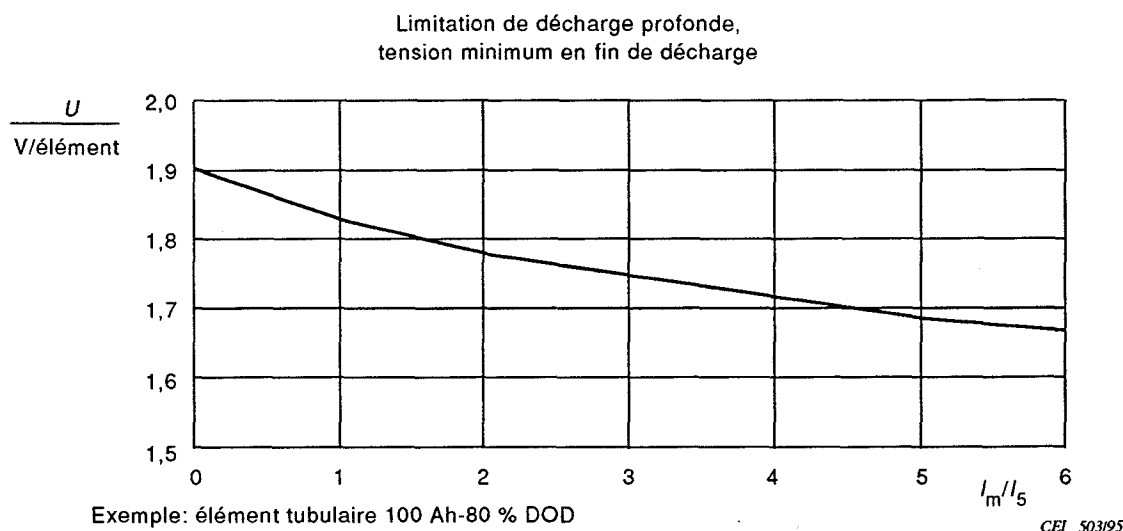


Figure A.1 – Exemple de données à fournir pour des produits spécifiques

Annex A

Proposed equations and dependencies for the calculation of the residual capacity and service time of a battery.

NOTE – No generally applicable list of derating factors for the capacity is available. Derating factors used in the examples are typical. Refer to the manufacturer for specific data.

A.1 Total capacity throughput

The total capacity throughput ΣQ_1 in Ah is calculated from the following equation:

$$\Sigma Q_1 = n \times d \times C_N$$

where

n is the number of cycles (—);

d is the depth of discharge per cycle (%).

A.2 Capacity already discharged

The capacity already discharged can be either discharged by normal use (C_{D1}), or deducted by influence of deep discharge (C_{D2}), by temperature (C_{D3}), by time out of operation (C_{D4}), or by ageing (C_{D5}).

$$\Sigma Q_{D1} = C_{D1} + C_{D2} + C_{D3} + C_{D4} + C_{D5}.$$

The residual capacity throughput in Ah is:

$$\Sigma Q_{R1} = \Sigma Q_1 - \Sigma Q_{D1}$$

A.3 Derating factors

A.3.1 Evaluation of deep discharge

Deep discharge is detected if the voltage associated with the discharge current I_m/I_5 drops below the value in figure A.1.

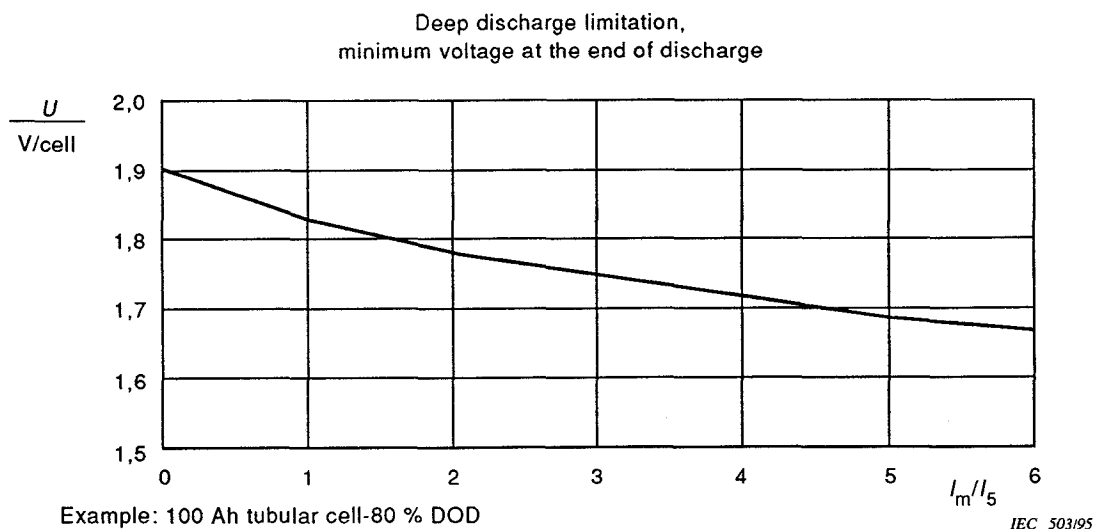


Figure A.1 – Example for data to be provided for specific products

Il faut enregistrer le laps de temps que la batterie a passé en décharge profonde.

On peut définir une décharge profonde par les critères ci-dessous:

- a) lorsqu'il y a eu utilisation de plus de 80 % de C_5 ;
- b) lorsqu'on a enregistré durant plus de 30 s une tension inférieure à la tension finale spécifiée dans la figure A.1;
- c) lorsque, durant le stockage, la tension d'élément est tombé en dessous de la valeur de la tension de circuit ouvert en V étant $U_{OC} = 0,84 + d_{min}$

où

d_{min} (exprimé en kg/l) est la masse spécifique de l'électrolyte à une profondeur de décharge de 80 % de C_N à 30 °C.

Chaque période de 8 h (t_{prof}) passée en condition de décharge profonde comme défini dans les rubriques a), b) et c) réduit la capacité résiduelle cumulée de 1 %.

$$C_{D2} = \Sigma Q_1 \times \frac{t_{prof}}{8 \text{ h}} \times \frac{1}{100}$$

A.3.2 Evaluation de l'influence de la température

Les facteurs de dépréciation diminuant la capacité résiduelle cumulée suite à l'influence de la température sont les suivants:

Laps de temps h	Gamme de température °C	Facteur de dépréciation, éléments ouverts	Facteur de dépréciation, éléments étanches à soupapes
t_{40}	40 – 45	0,30	0,30
t_{45}	45 – 50	0,44	0,60
t_{50}	50 – 55	0,64	—
t_{55}	55 – 60	0,80	—

La réduction de capacité est:

pour les éléments ouverts

$$C_{D3} = \Sigma Q_1 \times \frac{(t_{40} \times 0,30) + (t_{45} \times 0,44) + (t_{50} \times 0,64) + (t_{55} \times 0,80)}{t_0}$$

pour les éléments étanches à soupapes

$$C_{D3} = \Sigma Q_1 \times \frac{(t_{40} \times 0,30) + (t_{45} \times 0,60)}{t_0}$$

où t_0 est le temps total de décharge.

The time during which the battery was in deep discharge has to be recorded.

A deep discharge can be defined as follows:

- a) when more than 80 % of C_5 has been used;
- b) when a lower than specified final voltage according to figure A.1 has been recorded for more than 30 s;
- c) when during storage, the cell voltage has fallen below the open-circuit voltage $U_{OC} = 0,84 + d_{min}$

where

d_{min} is the specific gravity of the electrolyte at 80 % C_N depth of discharge at 30 °C in kg/l.

Each 8 h period (t_{deep}) in deep discharged condition according to item a), b) or c) reduces the residual capacity throughput by 1 %.

$$C_{D2} = \Sigma Q_1 \times \frac{t_{deep}}{8 \text{ h}} \times \frac{1}{100}$$

A.3.2 Evaluation of the temperature influence

The derating factors for the influence of temperature reducing the residual capacity throughput are as follows:

Time period h	Temperature range °C	Derating factor, vented cells	Derating factor, valve-regulated cells
t_{40}	40 – 45	0,30	0,30
t_{45}	45 – 50	0,44	0,60
t_{50}	50 – 55	0,64	—
t_{55}	55 – 60	0,80	—

The capacity reduction is:

for vented cells

$$C_{D3} = \Sigma Q_1 \times \frac{(t_{40} \times 0,30) + (t_{45} \times 0,44) + (t_{50} \times 0,64) + (t_{55} \times 0,80)}{t_0}$$

for valve-regulated cells

$$C_{D3} = \Sigma Q_1 \times \frac{(t_{40} \times 0,30) + (t_{45} \times 0,60)}{t_0}$$

where t_0 is the total discharge time.

A.3.3 Evaluation des périodes «hors service»

L'autodécharge d'une batterie de traction est environ entre 0,125 et 0,5 % de C_N par jour. Après quatre semaines hors service, une recharge est recommandée. Le coefficient de dépréciation suivant s'applique donc:

Laps de temps	Facteur de dépréciation
< 40 jours	Aucun
> 40 jours	$f_1 = 3 \%$
Chaque période de 14 jours au-delà de 40 jours	$f_2 = 2 \%$

$$C_{D4} = f_1 \times \Sigma Q_1 + m \times f_2 \times \Sigma Q_1$$

où m est le nombre de périodes de 14 jours au-delà de 40 jours.

A.3.4 Evaluation du vieillissement

Même lorsqu'une batterie n'est pas utilisée très fréquemment, la période de service est limitée.

	Eléments ouverts	Eléments à soupapes
Facteur de dépréciation f_3	0,14	0,20
Durée de vie prévue	7 ans	5 ans

La dépréciation annuelle de capacité est calculée comme suit:

$$C_{D5} = a \times f_3 \times \Sigma Q_1$$

où a est l'âge en années dans la gamme de durée de vie prévue.

La capacité cumulée résiduelle est:

$$\Sigma Q_{R1} = \Sigma Q_1 - C_{D1} - C_{D2} - C_{D3} - C_{D4} - C_{D5}$$

A.3.5 Equilibrage de capacité

Pour un contrôle automatique, l'équilibrage des capacités doit être enregistré dans la séquence des cycles de charge, à la fin de chaque procédure de charge.

A chaque cycle, le compteur d'ampères-heures doit être remis à zéro à la fin de la charge:

$$\Sigma Q_{R2} = \Sigma Q_{R1}$$

A.3.3 Evaluation of "out of operation" periods

The average self-discharge of a traction battery varies from 0,125 to 0,5 % C_N per day according to the technology used. After four weeks out of operation, a recharge is recommended. Therefore, the following derating applies:

Time period	Derating factor
<40 days	Nil
>40 days	$f_1 = 3 \%$
Each 14 days over 40 days	$f_2 = 2 \%$

$$C_{D4} = f_1 \times \Sigma Q_1 + m \times f_2 \times \Sigma Q_1$$

where m is the number of periods of 14 days over 40 days.

A.3.4 Evaluation of ageing

Even when a battery is not used very frequently the service life is limited.

	Vented cells	Valve-regulated cells
Derating factor f_3	0,14	0,20
Anticipated service life	7 years	5 years

The annual capacity derating is calculated as follows:

$$C_{D5} = a \times f_3 \times \Sigma Q_1$$

where a is the age in years within the anticipated service life.

The residual capacity throughput is:

$$\Sigma Q_{R1} = \Sigma Q_1 - C_{D1} - C_{D2} - C_{D3} - C_{D4} - C_{D5}$$

A.3.5 Balance of capacity

For automatic monitoring, the balance of capacity should be registered in the sequence of the charging cycles at the end of each charging procedure.

In each cycle the Ah-counter should be reset at the end of recharge:

$$\Sigma Q_{R2} = \Sigma Q_{R1}$$

A.3.6 *Nombre de cycles résiduel*

Pour déterminer le nombre de cycles restant n_R , calculer:

$$n_R = n \frac{\Sigma Q_R}{\Sigma Q_R} \times \frac{\Sigma Q_R}{D \times C_N}$$

où

ΣQ_R est la capacité résiduelle cumulée;

D est la profondeur de décharge;

C_N est la capacité nominale.

A.3.6 *Residual number of cycles*

To determine the number of remaining cycles n_R calculate:

$$n_R = n \frac{\Sigma Q_R}{\Sigma Q_R} \times \frac{\Sigma Q_R}{D \times C_N}$$

where

ΣQ_R is the residual capacity throughput;

D is the depth of discharge;

C_N is the nominal capacity.

ICS 29.220.20
