

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1277**

Première édition
First edition
1995-02

**Systèmes photovoltaïques (PV) terrestres –
Généralités et guide**

**Terrestrial photovoltaic (PV) power
generating systems –
General and guide**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1277: 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.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1277**

Première édition
First edition
1995-02

**Systèmes photovoltaïques (PV) terrestres –
Généralités et guide**

**Terrestrial photovoltaic (PV) power
generating systems –
General and guide**

© 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

S

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
 Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Vue d'ensemble des éléments et interfaces principaux possibles des sous-systèmes	8
2.1 Objet	8
2.2 Configurations principales	8
3 Description des sous-systèmes, éléments et interfaces principaux des systèmes PV terrestres	8
3.1 Objet	8
3.2 Commande principale et surveillance (CPS)	10
3.3 Sous-système PV	12
3.4 Conditionneur c.c.	14
3.5 Sous-système c.c./c.c.	16
3.6 Stockage	18
3.7 Onduleur	20
3.8 Sous-système c.a./c.a.	22
3.9 Interface avec le réseau public de distribution d'électricité	24
 Figures	
1 Système photovoltaïque – Eléments principaux de fonctionnement, sous-systèmes et schéma d'interconnexion	28
2 Exemples de systèmes photovoltaïques avec applications typiques	30
 Annexes	
A Configurations possibles dérivées de la figure 2, avec quelques utilisations types	32
B Glossaire	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Overview of possible major sub-system components and interfaces	9
2.1 Purpose	9
2.2 Major configurations	9
3 Description of major sub-systems, components and interfaces of the PV power generating system	9
3.1 Purpose	9
3.2 Master control and monitoring (MCM)	11
3.3 PV sub-system	13
3.4 DC conditioner	15
3.5 DC/d.c. interface	17
3.6 Storage	19
3.7 Inverter	21
3.8 AC/a.c. interface	23
3.9 Utility interface	25
Figures	
1 PV power generating system – Major functional elements, sub-systems, and power flow diagram	29
2 Elements of PV power generating systems with typical applications	31
Annexes	
A Example configurations derived from figure 2, with some typical applications	33
B Glossary	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) TERRESTRES – GÉNÉRALITÉS ET GUIDE

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 Norme internationale CEI 1277 a été établie par le comité d'études 82 de la CEI: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
82(BC)19	82(BC)39

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

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TERRESTRIAL PHOTOVOLTAIC (PV)
POWER GENERATING SYSTEMS –
GENERAL AND GUIDE**

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.

International Standard IEC 1277 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

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

DIS	Report on voting
82(CO)18	82(CO)39

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

Annexes A and B are for information only.

INTRODUCTION

Les systèmes photovoltaïques (PV) sont constitués d'éléments et de sous-systèmes utilisés pour convertir le rayonnement solaire incident directement en énergie électrique.

Il convient que les paramètres électriques d'entrée d'un sous-système soient compatibles avec les paramètres électriques de sortie de ou des sous-systèmes en amont.

L'ensemble des sous-systèmes, sauf le convertisseur PV et le sous-système de stockage, peut être désigné par l'expression «conditionneur d'énergie électrique» et peut être fourni comme unité monobloc. Le conditionneur est indiqué en ligne pointillée sur la figure 1.

Deux éléments fonctionnels au moins peuvent être incorporés dans un seul ensemble matériel. Lorsque ce cas se produit, les caractéristiques d'entrée et de sortie de l'ensemble combiné supplantent tout intérêt dans les caractéristiques des éléments individuels.

Les éléments principaux du système peuvent fonctionner en parallèle avec une ou plusieurs autres sources auxiliaires d'alimentation raccordées aux interfaces appropriées du système PV.

Dans la conception de systèmes PV particuliers, plusieurs des sous-systèmes de la figure 1 peuvent ne pas être présents.

Bien que les caractéristiques du courant de l'interface c.a./c.a. et de celui de l'interface avec le réseau public de distribution d'électricité soient identiques en théorie et en pratique, dans le cas des systèmes reliés à un réseau public, il convient de contrôler ces caractéristiques à la sortie de l'onduleur.

Pour les systèmes autonomes avec une charge c.a., l'interface c.a./c.a. peut ne pas être requise puisqu'elle dépend des caractéristiques du courant de la charge c.a.

Comme les codes de l'électricité varient d'un organisme à un autre, il est nécessaire de respecter les exigences locales particulières, surtout dans les cas où le système est relié à un réseau public de distribution d'électricité.

Il est à noter que les systèmes solaires hybrides photovoltaïques/groupe électrogène à moteur thermique et les sources d'alimentation auxiliaires ne font pas l'objet de la présente norme.

INTRODUCTION

Photovoltaic (PV) power generating systems consist of components and sub-systems that are used to convert incident solar radiation directly into electrical energy.

The electrical parameters of the input of a sub-system should be compatible with the output electrical parameters of a preceding sub-system(s).

All sub-systems, except the PV and the electrical storage, may be referenced as a power conditioner (PC) that could be supplied as a single unit. This is indicated by the dotted line in figure 1.

Two or more functional elements may be incorporated into one physical unit. When this occurs, the input and output characteristics of the combined unit supersede any interest in the characteristics of the individual elements.

The PV power generating system may operate in parallel with some other auxiliary power source(s) that are connected at the appropriate interface(s).

In any particular PV power generating system design, some of the functional elements shown in figure 1 may be absent.

Although the power quality parameters given for the a.c./a.c. interface and the utility interface are identical in theory and in practice, PV generated power quality should be assured at the output stage of the inverter for utility connected systems.

For stand alone systems with a.c. load, the a.c./a.c. interface may not be necessary, depending on the a.c. load.

Since electrical and construction codes vary from one authority to another, it is necessary that specific local requirements be addressed separately. This is particularly important in electrical utility connected systems.

It should be noted that solar photovoltaic/thermal hybrid systems, auxiliary power source(s) civil engineering requirements are outside of the scope of this standard.

SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES (PV) TERRESTRES – GÉNÉRALITÉS ET GUIDE

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale constitue un guide et donne une vue d'ensemble des systèmes photovoltaïques (PV) terrestres, et des éléments fonctionnels de tels systèmes, qui sont montrés dans la figure 1.

Il convient que les systèmes et leurs éléments fonctionnels tels qu'ils sont décrits dans ce guide servent d'introduction à d'autres normes CEI relatives aux systèmes PV à l'étude.

Cette norme contient:

- une présentation générale des principaux sous-systèmes;
- une description des principaux éléments et interfaces (figure 1);
- un tableau des variantes possibles dérivées de la figure 2.

2 Vue d'ensemble des éléments et interfaces principaux possibles des sous-systèmes

2.1 Objet

Cet article fournit une vue d'ensemble des configurations de systèmes PV terrestres, dont certains sont représentés à la figure 2.

NOTE – Il est prévu que les publications techniques futures de la CEI donnent une classification détaillée des systèmes PV.

2.2 Configurations principales

On distingue deux configurations principales:

- *système autonome* – système de production d'énergie électrique indépendant qui n'est pas relié à un réseau public de distribution d'électricité;
- *système raccordé au réseau public de distribution d'électricité* – système de production d'énergie électrique interconnecté à un réseau public.

NOTE – Il est à noter que dans certains pays, on emploie souvent le mot «réseau» pour désigner le réseau public de distribution d'électricité.

3 Description des sous-systèmes, éléments et interfaces principaux des systèmes PV terrestres

3.1 Objet

Cet article fournit une vue générale des principaux sous-systèmes éléments et interfaces qui peuvent constituer un système photovoltaïque. La figure 1 représente le schéma fonctionnel d'un tel système.

NOTE – Il est prévu que des publications techniques spécifiques soient préparées par la CEI, concernant la conception et le comportement des systèmes selon chaque cas de la figure 1.

TERRESTRIAL PHOTOVOLTAIC (PV) POWER GENERATING SYSTEMS – GENERAL AND GUIDE

1 Scope

This International Standard constitutes a guide and gives an overview of terrestrial PV power generating systems and the functional elements of such systems, as shown in figure 1.

Systems and the functional elements of such systems, as described in this guide, should serve as an introduction to future IEC PV system standards under consideration.

This standard contains:

- an overview of major sub-systems;
- a functional description of major components and interfaces (figure 1);
- a table with possible configurations which can be derived from the layout in figure 2.

2 Overview of possible major sub-system components and Interfaces

2.1 Purpose

This clause provides an overview of terrestrial PV power-producing system configurations, some of which are shown in figure 2.

NOTE – It is intended that future IEC technical publications will provide a detailed classification of PV power generating systems.

2.2 Major configurations

Two major power-generating configurations are identified:

- *stand-alone system* – an independent power-producing system that is not connected to the utility;
- *utility connected system* – a power-producing system interconnected with an electric power utility.

NOTE – It is recognized that in certain countries the term "utility" is referred to as the "grid".

3 Description of major sub-systems, components and interfaces of the PV power generating system

3.1 Purpose

This clause provides an overview of the possible major sub-system components and interfaces which comprise a PV power generating system. Figure 1 shows a general flow diagram of such a PV system.

NOTE – It is intended that specific IEC technical publication(s) will be prepared for the system design and behaviour for each block shown in figure 1.

3.2 Commande principale et surveillance (CPS)

3.2.1 Description

Le sous-système de commande principale et de surveillance, représente le niveau de commande le plus élevé d'un système photovoltaïque. Il dirige le fonctionnement général du système PV ainsi que l'interaction entre tous les sous-systèmes. De plus, il peut y avoir interaction entre la commande principale et la charge. Pour faciliter la conception et l'exploitation, un certain nombre ou la totalité des fonctions du sous-système CPS peuvent être incorporés à d'autres sous-systèmes.

Il convient que le sous-système CPS assure le fonctionnement du système en mode automatique ou en mode manuel.

La fonction de contrôle du sous-système CPS peut comprendre la mesure et la saisie de signaux de données, le traitement, l'enregistrement, la transmission et l'affichage de données du système selon les besoins.

Cette fonction permet de contrôler:

- le champ de modules;
- le conditionneur c.c.;
- l'interface c.c./c.c.;
- le sous-système de stockage;
- l'interface c.a./c.a.;
- la(les) charge(s);
- l'onduleur;
- l'alimentation auxiliaire, etc.;
- l'interface avec le réseau public de distribution de l'électricité;
- les conditions d'environnement.

La fonction de commande du sous-système utilise les données saisies pour assurer le bon fonctionnement du système.

La commande peut comprendre les fonctions suivantes, entre autres:

- commande de stockage;
- orientation des modules;
- mise en marche du système;
- commande du transport de courant continu;
- mise en marche et commande de l'onduleur charge (c.a.);
- autres fonctions accessoires.
- sécurité;
- protection contre les incendies;
- mise en marche et commande de l'alimentation auxiliaire;
- commande de l'interface avec le réseau de distribution de l'électricité;
- mise en charge et commande des accessoires;

Dans un système PV particulier, certains des sous-systèmes décrits pourraient être absents et certains des éléments d'un sous-système pourraient exister sous forme simple ou multiple.

3.2.2 Caractéristiques principales

L'ensemble CPS peut être un sous-système constitué de circuits électro-mécaniques, électroniques et/ou logiques ou bien un ensemble de fonctions incorporées à d'autres sous-systèmes.

NOTE – Le sous-système de commande principale peut comporter des unités de commandes secondaires qui peuvent être inhérentes à d'autres sous-systèmes.

3.2 Master control and monitoring (MCM)

3.2.1 Functional description

The master control and monitoring sub-system is the highest order of photovoltaic system control. It supervises the overall operation of a PV power generating system and the interaction between all sub-systems. The master control may also interact with the load(s). For ease of design and operation some or all functions of the MCM may be included in other sub-systems.

The MCM should ensure system operation in either the automatic or the manual operating mode.

The monitoring function of the MCM sub-system may include sensing and collection of data signals, processing, recording, transmission and presentation of system data as required.

This function can monitor:

- the photovoltaic array;
- d.c. conditioner;
- d.c./d.c. load interface;
- the storage sub-system;
- a.c./a.c. interface;
- load(s);
- inverter;
- auxiliary supply, etc.;
- utility interface;
- environmental conditions.

The sub-system control function uses collected data to assure proper operation of the system.

The sub-system control functions may include but are not limited to:

- storage control;
- array tracking;
- system start-up;
- d.c. power transmission control;
- inverter start-up and control (a.c.) load;
- other support functions.
- security;
- fire protection;
- auxiliary supply start-up and control;
- utility interface power control;
- support function(s) start-up and control;

In any particular PV power generating system design, some of the sub-systems shown could be absent and some of the components of a sub-system could be present in single or multiple form.

3.2.2 Principal characteristics

The MCM may be a sub-system that consists of electromechanical, electronic and/or logic circuitry or its functions may be incorporated in the other sub-systems.

NOTE – The master control may also be designed to incorporate second-level control units that may be inherent in other sub-systems.

3.3 *Sous-système PV*

3.3.1 *Description*

Le sous-système PV est constitué d'un ensemble d'éléments mécaniques et électriques intégrés capables de produire un courant continu à partir du rayonnement solaire incident.

3.3.2 *Eléments principaux*

Le sous-système PV peut comprendre les éléments suivants, entre autres:

- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| – modules; | – fondation; |
| – sous-champ de modules; | – support; |
| – champ photovoltaïque; | – dispositif(s) de protection; |
| – câblage électrique; | – mise à la terre. |

3.3.3 *Caractéristiques principales*

Il convient que le sous-système PV soit conçu à partir d'une évaluation économique et technique des fonctions et du rendement requis du système (comme les conditions de fonctionnement, les données météorologiques, le rendement des modules, les caractéristiques de la charge et les consignes de sécurité).

Le sous-système PV peut être conçu pour satisfaire aux exigences d'une production moyenne ou de pointe sur une année. Sa capacité peut être limitée par des restrictions de l'emplacement ou par les résultats d'études d'optimisation du système basées sur le rendement et le coût.

Il convient de noter que, puisque l'orientation du sous-système PV influe sur la quantité d'énergie transformée par le système, des calculs de conception du système sont nécessaires pour déterminer l'orientation appropriée des champs de modules. Les champs de modules peuvent être fixes ou orientables au moyen d'un réglage pas-à-pas ou continu. L'inclinaison fixe optimale est déterminée par bien des facteurs, tels que l'emplacement, la distribution de la lumière du soleil, le profil de la charge au cours de l'année et autres conditions propres à l'emplacement.

3.3.4 *Paramètres*

Il convient que les paramètres suivants soient spécifiés:

- grandeurs d'entrée
 - rayonnement solaire;
 - rayonnement;
- grandeurs de sortie
 - puissance;
 - courant;
 - tension;
 - énergie.

3.3 *PV sub-system*

3.3.1 *Functional description*

The PV sub-system consists of a mechanically and electrically integrated assembly of components required to form a unit that can produce d.c. power directly from incident solar radiation.

3.3.2 *Main components*

The PV sub-system may comprise but is not limited to:

- modules;
- sub-array;
- array field;
- electrical interconnection;
- foundation;
- mounting structure;
- protection device(s);
- grounding.

3.3.3 *Principal characteristics*

The PV sub-system should be designed on the basis of an economic and physical assessment of required system design functions and performance requirements (such as operating conditions, meteorological data, module performance, load characteristics and safety requirements).

The PV sub-system may be designed to meet average or peak system requirements of the annual system output. Its size may be limited either by site restrictions or by the results of system optimization studies that include performance and cost.

It should be noted that since PV sub-system orientation affects system energy reproduction, system design calculations are necessary to select the appropriate orientation for the array. Arrays can be either fixed or discretely/continuously adjustable. Optimum selection of the fixed tilt angle depends upon many factors such as location, distribution of sunlight, load profile throughout the year, and particular site conditions.

3.3.4 *Parameters*

The following should be specified:

- input conditions
 - irradiance;
 - irradiation;
- output conditions
 - power;
 - current;
 - voltage;
 - energy.

3.3.5 *Autres éléments à prendre en considération*

- conditions d'environnement;
- sécurité de l'emplacement;
- caractéristiques mécaniques générales;
- interaction avec le sous-système de commande principale;
- appareils de mesure (capteurs);
- sécurité du personnel.

3.4 *Conditionneur c.c.*

3.4.1 *Description*

Le conditionneur c.c. assure la protection des éléments électriques à courant continu et convertit la tension de sortie du sous-système PV en tension c.c. utilisable. Il comprend normalement tous les accessoires (comme des alimentations internes, des amplificateurs d'erreur et des dispositifs d'autoprotection, etc.) nécessaires à son bon fonctionnement.

3.4.2 *Eléments*

Le conditionneur c.c. peut comprendre un ou plusieurs des éléments suivants entre autres:

- fusible;
- dispositifs de protection (unité de charge, isolement);
- commutateur;
- régulateur de tension;
- diode de blocage;
- système de poursuite de la puissance maximale.

3.4.3 *Caractéristiques principales*

Bien qu'on puisse définir et faire des essais sur le conditionneur c.c. indépendamment du système PV, ses caractéristiques techniques requises dépendent des exigences du système dans lequel il doit être utilisé (figure 1).

3.4.4 *Paramètres*

Il convient que les paramètres suivants soient spécifiés:

- grandeurs d'entrée
 - tension et courant nominaux;
 - gammes de tension et de courant;
 - caractéristiques dynamiques;
- grandeurs de sortie
 - tension et courant;
 - tolérance sur la tension de sortie;
 - limitation du courant;
 - type des charges.

3.3.5 *Other considerations*

- environmental conditions;
- site security;
- general mechanical features;
- interaction with master control;
- instrumentation (sensors);
- personnel safety.

3.4 *DC conditioner*

3.4.1 *Functional description*

The d.c. conditioner provides protection for the d.c. electrical components and converts the PV sub-system voltage into a usable d.c. voltage. It generally includes all auxiliary functions (such as internal power supplies, error amplifiers, self-protection features, etc.) required for its proper operation.

3.4.2 *Components*

The d.c. conditioner may consist of one or more, but is not limited to, the following elements:

- fuse;
- protection equipment (unit load, isolation);
- switch;
- voltage level controller;
- blocking diode;
- maximum power tracker.

3.4.3 *Principal characteristics*

Although the d.c. conditioner can be specified and tested independently of the PV power generating system, the technical characteristics depend upon the requirements of the system in which the unit is to be installed (figure 1).

3.4.4 *Parameters*

The following should be specified:

- input conditions
 - nominal voltage and current;
 - voltage and current range;
 - dynamic variations;
- output conditions
 - voltage and current;
 - tolerance of output voltage;
 - current limitation;
 - characteristics of the loads.

3.4.5 *Autres éléments à prendre en considération*

- rendement du conditionneur c.c.;
- interaction avec le sous-système de commande principale;
- conditions d'environnement;
- caractéristiques mécaniques générales;
- consignes de sécurité;
- perturbations radioélectriques;
- appareils de mesure;
- niveau de bruit acoustique.

3.5 *Sous-système c.c./c.c.*

3.5.1 *Description*

Le sous-système c.c./c.c. remplit les fonctions nécessaires pour appliquer la tension c.c. du système PV à la charge c.c. Elle peut, en outre, relier une alimentation c.c. auxiliaire.

3.5.2 *Éléments*

Le sous-système c.c./c.c. peut comprendre un ou plusieurs des éléments suivants, entre autres:

- disjoncteurs et fusibles;
- convertisseur de tension c.c./c.c.;
- connexion d'alimentation c.c. auxiliaire;
- filtres;
- dispositifs de protection tels que:
 - mise à la terre;
 - parafoudre;
 - régulateur de tension;
 - isolement entre l'entrée et la sortie.

3.5.3 *Paramètres*

Les paramètres suivants devraient être spécifiés:

- grandeurs d'entrée
 - tension et courant nominaux;
 - gammes de tension et de courant;
 - caractéristiques dynamiques;
- grandeurs de sortie
 - tension et courant;
 - tolérance sur la tension de sortie;
 - limitation du courant;
 - type des charges;
- rendement de l'interface.

3.4.5 *Other considerations*

- d.c. conditioner efficiency;
- interaction with master control;
- environmental conditions;
- general mechanical features;
- safety requirements;
- radio frequency interference (r.f.i.);
- instrumentation;
- acoustic noise level.

3.5 *DC/d.c. interface*

3.5.1 *Functional description*

The d.c./d.c. interface includes the necessary functions to correct the PV power generating system d.c. voltage to the d.c. load. It may also be connected to an auxiliary d.c. power supply.

3.5.2 *Components*

A d.c./d.c. interface may include, but is not limited to, one or more of the following elements:

- disconnect switches and fuses;
- DC/d.c. voltage conversion;
- connection of auxiliary d.c. supply;
- filtering devices;
- protection devices such as:
 - grounding;
 - lightning;
 - under/over voltage;
 - isolation between input and output.

3.5.3 *Parameters*

The following should be specified:

- input conditions
 - nominal voltage and current;
 - voltage and current ranges;
 - dynamic variations;
- output conditions
 - voltage and current;
 - tolerance of output voltage;
 - current limitation;
 - characteristics of loads;
- interface efficiency.

3.5.4 *Autres éléments à prendre en considération*

- interaction avec le sous-système de commande principale;
- conditions ambiantes;
- caractéristiques mécaniques générales;
- consignes de sécurité;
- perturbations radioélectriques;
- appareils de mesure;
- niveau de bruit acoustique.

3.6 *Stockage*

3.6.1 *Description*

Le sous-système de stockage assure la conservation de l'énergie électrique pour une utilisation sur demande. Ce sous-système peut également comprendre des dispositifs de commande d'entrée-sortie comme des régulateurs de charge, de tension, du courant de sortie et des appareils de mesure.

3.6.2 *Equipement de protection*

- protection du sous-système;
- protection de la charge;
- protection contre la surintensité/sous-intensité et la surtension/soustension;
- protection du personnel;
- protection de l'environnement.

3.6.3 *Caractéristiques principales*

Les caractéristiques du sous-système de stockage peuvent comprendre une ou plusieurs des rubriques suivantes ainsi que d'autres rubriques:

- moyen de stockage;
- capacité de stockage;
- profondeur maximale de stockage;
- conditions d'environnement;
- cycles d'utilisation.
- pertes d'énergie (en fonction du temps);
- capacité massive (rapport entre la capacité de stockage et le poids de l'élément de stockage);
- sensibilité à la température;

3.6.4 *Paramètres*

Les paramètres suivants doivent être spécifiés:

- grandeurs d'entrée
 - tension et plage de tension nominales;
 - courant de charge maximal;
- grandeurs de sortie
 - plage de tension;
 - courant de décharge maximal;
- rendements énergétiques et faradiques;
- auto-décharge;
- conditions de cyclage.

3.5.4 *Other considerations*

- interaction with master control;
- environmental conditions;
- general mechanical features;
- safety requirements;
- radio frequency interference (r.f.i.);
- instrumentation;
- acoustic noise level.

3.6 *Storage*

3.6.1 *Functional description*

The storage sub-system provides the means to preserve electrical energy for subsequent use on demand. The sub-system may also include input-output control devices such as charge regulation, over/under voltage protection, output current limiter, instrumentation, etc.

3.6.2 *Protection equipment*

- unit protection;
- load protection;
- over/under current and over/under voltage protection;
- personnel safety;
- environmental protection.

3.6.3 *Principal characteristics*

The characteristics of the storage sub-system may include, but are not limited to, the following:

- type of storage;
- storage capacity;
- maximum depth of discharge;
- environmental constraints;
- life cycles.
- internal loss of energy (time related);
- specific energy (ratio of storable energy to the weight of the storage component);
- temperature dependency;

3.6.4 *Parameters*

The following should be specified:

- input conditions
 - nominal voltage and voltage range;
 - maximum charging current;
- output conditions
 - voltage range;
 - maximum discharge current;
- energetic and coulombic efficiency;
- self discharge;
- cycling conditions.

3.6.5 *Autres éléments à prendre en considération*

- consignes de sécurité;
- interaction avec le sous-système de commande principale (CPS);
- maintenance;
- caractéristiques mécaniques générales;
- appareils de mesure.

3.7 *Onduleur*

3.7.1 *Description*

L'onduleur transforme le courant de sortie du conditionneur c.c. et/ou de la batterie de stockage en courant alternatif utilisable. Il peut être équipé d'un régulateur de tension, d'alimentations internes, d'amplificateurs d'erreur, de dispositifs d'autoprotection, etc.

3.7.2 *Equipement de protection*

- protection de l'unité;
- protection de la charge;
- isolement entre l'entrée et la sortie;
- protection contre la surtension et la surintensité.

3.7.3 *Caractéristiques principales*

L'onduleur peut commander un ou plusieurs des paramètres suivants ainsi que d'autres paramètres:

- fréquence;
- niveau de tension;
- mise en marche et mise à l'arrêt;
- synchronisation;
- puissance réactive;
- caractéristiques du courant de sortie.

Bien qu'on puisse spécifier et essayer l'onduleur indépendamment du système PV, ses caractéristiques techniques dépendent des exigences du système dans lequel il doit être utilisé. Ainsi, les paramètres peuvent différer selon qu'il s'agit d'un système autonome ou d'un système relié à un réseau de service public.

3.7.4 *Paramètres*

Les paramètres suivants doivent être spécifiés:

- grandeurs d'entrée
 - tension et courant nominaux;
 - plages de tension et de courant;
 - caractéristiques dynamiques de la tension d'entrée;
- grandeurs de sortie
 - nombre de phases;
 - tension et courant;
 - fréquence de sortie et distorsion harmonique;
 - tolérance de la tension et de la fréquence;
 - limitation du courant;
 - caractéristiques des charges;
 - facteur de puissance;
- rendement de l'onduleur.

3.6.5 *Other considerations*

- safety requirements;
- interaction with master control (MCM);
- maintenance;
- general mechanical features;
- instrumentation.

3.7 *Inverter*

3.7.1 *Functional description*

The inverter changes d.c. conditioner and/or storage battery output into usable a.c. power. It may include voltage control, internal power supplies, error amplifiers, self-protective devices, etc.

3.7.2 *Protection equipment*

- unit protection;
- load protection;
- isolation between input and output;
- over voltage and over current protection.

3.7.3 *Principal characteristics*

The inverter may control one or more, but is not limited to the following parameters:

- frequency;
- voltage level;
- start up and shut down;
- synchronization;
- reactive power;
- waveform output.

Although the inverter can be specified and tested independently of the PV power generating system, the technical characteristics depend upon the requirements of the system in which the unit is to be installed. For example, parameters can differ between a stand alone system and a utility connected system.

3.7.4 *Parameters*

The following should be specified:

- input conditions
 - nominal voltage and current;
 - voltage and current range;
 - dynamic variations of input voltage;
- output conditions
 - number of phases;
 - voltage and current;
 - output frequency and harmonic distortion;
 - tolerance of voltage and frequency;
 - current limitation;
 - characteristics of the loads;
 - power factor (PF);
- inverter efficiency.

3.7.5 *Autres éléments à prendre en considération*

- pertes à vide;
- interaction avec le sous-système de commande principale;
- conditions d'environnement;
- caractéristiques mécaniques générales;
- consignes de sécurité;
- perturbations radioélectriques;
- appareils de mesure;
- production de bruit acoustique.

3.8 *Sous-système c.a./c.a.*

3.8.1 *Description*

Le sous-système c.a./c.a. remplit les fonctions nécessaires pour appliquer la tension c.a. du système PV à la charge c.a. Elle peut, en outre, connecter une alimentation c.a. auxiliaire.

3.8.2 *Éléments*

Le sous-système c.a./c.a. peut comprendre un ou plusieurs des éléments suivants, entre autres:

- disjoncteurs et fusibles;
- convertisseur de tension c.a./c.a.;
- connexion d'alimentation c.a. auxiliaire;
- filtres;
- dispositifs de protection tels que
 - mise à la terre;
 - parafoudre;
 - régulateurs de tension;
 - dispositifs de sécurité;
 - isolement entre l'entrée et la sortie.

3.8.3 *Paramètres*

Il convient de spécifier les paramètres suivants:

- grandeurs d'entrée
 - nombre de phases;
 - tension(s) et courant nominaux;
 - gammes de tension et de courant;
 - fréquence;
 - gamme de fréquence;
 - facteur de puissance;
 - caractéristiques dynamiques;

3.7.5 *Other considerations*

- loss without load;
- interaction with the master control;
- environmental conditions;
- general mechanical features;
- safety requirements;
- radio frequency interference (r.f.i.);
- instrumentation;
- acoustic noise generation.

3.8 *AC/a.c. interface*

3.8.1 *Functional description*

The a.c./a.c. interface includes the necessary functions to convert the PV power generating system a.c. voltage to an a.c. load. It may also be connected to an auxiliary a.c. power supply.

3.8.2 *Components*

An a.c./a.c. sub-system may consist of one or more, but is not limited to the following elements:

- disconnect switches and fuses;
- a.c./a.c. voltage conversion;
- connection of auxiliary a.c. supply;
- filtering devices;
- protective features such as
 - grounding;
 - lightning protection devices;
 - under/over voltage;
 - safety;
 - isolation between input and output.

3.8.3 *Parameters*

The following should be specified:

- input conditions
 - number of phases;
 - nominal voltage(s) and current(s);
 - voltage and current ranges;
 - frequency;
 - frequency range;
 - power factor (PF);
 - dynamic variations;

- grandeurs de sortie
 - nombre de phases;
 - gammes de tension et de courant;
 - fréquence et distorsion harmonique;
 - tolérance sur la tension et la fréquence;
 - limitation du courant;
 - type des charges;
 - facteur de puissance;
 - équilibrage des phases.

3.8.4 *Autres éléments à prendre en considération*

- interaction avec le sous-système de commande principale;
- conditions d'environnement;
- caractéristiques mécaniques générales;
- consignes de sécurité;
- rendement de l'interface;
- perturbations radioélectriques;
- appareils de mesure.

3.9 *Interface avec le réseau public de distribution d'électricité*

3.9.1 *Description*

L'interface relie électriquement la sortie de l'onduleur au réseau public de distribution d'électricité. Elle permet au système PV de fonctionner en parallèle avec le réseau de sorte que le courant peut se propager du système PV à celui-ci et vice versa.

NOTE – Il est recommandé que le courant fourni par le système PV au réseau ne nuise pas à la qualité du courant circulant dans celui-ci ni ne compromette la sécurité.

3.9.2 *Eléments*

Une interface c.a. avec le réseau peut être constituée d'un ou plusieurs des éléments suivants, entre autres:

- disjoncteurs et fusibles;
- convertisseurs de tension c.a./c.a.;
- filtres;
- dispositifs de protection tels que
 - mise à la terre;
 - parafoudre;
 - régulateurs de tension;
 - relais;
 - transformateur d'isolement;
- systèmes de couplage et de découplage.

- output conditions
 - number of phases;
 - voltage and current ranges;
 - frequency and harmonic distortion;
 - tolerance of voltage and frequency;
 - current limitation;
 - characteristics of loads;
 - power factor (PF);
 - phase balancing.

3.8.4 *Other considerations*

- interaction with master control;
- environmental conditions;
- general mechanical features;
- safety requirements;
- interface efficiency;
- radio frequency interference (r.f.i.);
- instrumentation.

3.9 *Utility interface*

3.9.1 *Functional description*

The utility interface electrically interconnects the output of the d.c./a.c. inverter and the utility distribution network. It permits the PV power generating system to operate in parallel with the utility and thus power may flow to or from the utility.

NOTE – The PV system generated power that flows to the utility should not adversely affect the quality of the existing power on the distribution system nor endanger the safety of its operation.

3.9.2 *Component*

An a.c./utility interface may consist of one or more, but is not limited to the following elements:

- disconnect switches and fuses;
- a.c./a.c. voltage conversion;
- filtering devices;
- protective features such as
 - grounding;
 - lightning;
 - under/over voltage protection devices;
 - relays;
 - isolation transformer;
- coupling and decoupling systems.

3.9.3 Paramètres

Les paramètres suivants doivent être spécifiés:

- grandeurs d'entrée
 - nombre de phases;
 - tension(s) et courant(s) nominaux;
 - gammes de tension et de courant;
 - fréquence;
 - gamme de fréquence;
 - facteur de puissance;
 - caractéristiques dynamiques;
- grandeurs de sortie
 - nombre de phases;
 - gammes de tension et de courant;
 - fréquence et distorsion harmonique;
 - tolérance sur la tension et la fréquence;
 - limitation du courant;
 - type des charges;
 - facteur de puissance;
 - équilibrage des phases.

3.9.4 Autres éléments à prendre en considération

- interaction avec le sous-système de commande principale;
- conditions d'environnement;
- caractéristiques mécaniques générales;
- consignes de sécurité;
- rendement de l'interface;
- perturbations radioélectriques;
- appareils de mesure.

3.9.3 *Parameters*

The following should be specified:

- input conditions
 - number of phases;
 - nominal voltage(s) and current(s);
 - voltage and current ranges;
 - frequency;
 - frequency range;
 - power factor (PF);
 - dynamic variations;
- output conditions
 - number of phases;
 - voltage and current range;
 - frequency and harmonic distortion;
 - tolerance of voltage and frequency;
 - current limitation;
 - characteristics of loads;
 - power factor (PF);
 - phase balancing.

3.9.4 *Other considerations*

- interaction with master control;
- environmental conditions;
- general mechanical features;
- safety requirements;
- interface efficiency;
- radio frequency interference (r.f.i.);
- instrumentation.

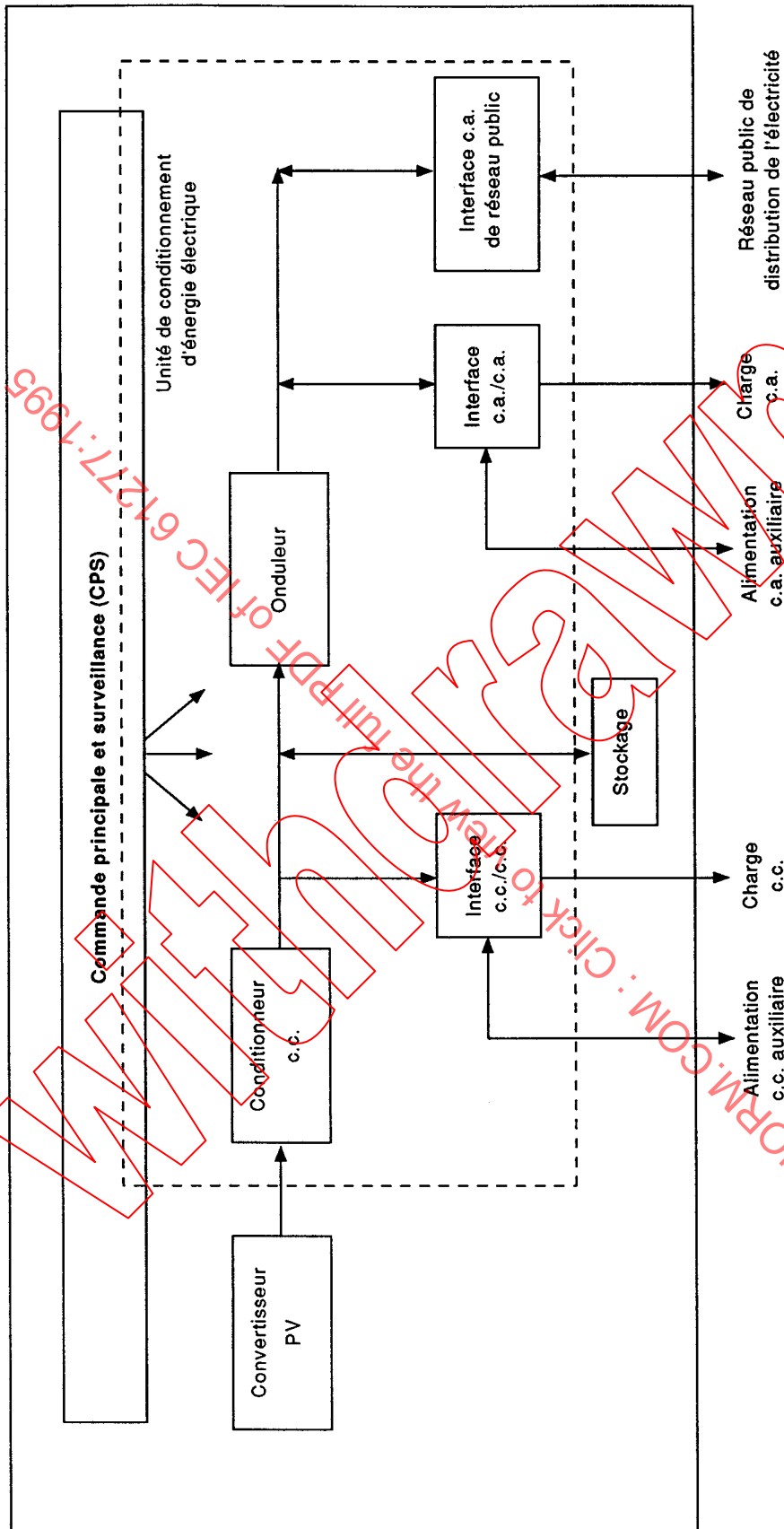


Figure 1 – Système photovoltaïque – Éléments principaux de fonctionnement, sous-systèmes et schéma d'interconnexion

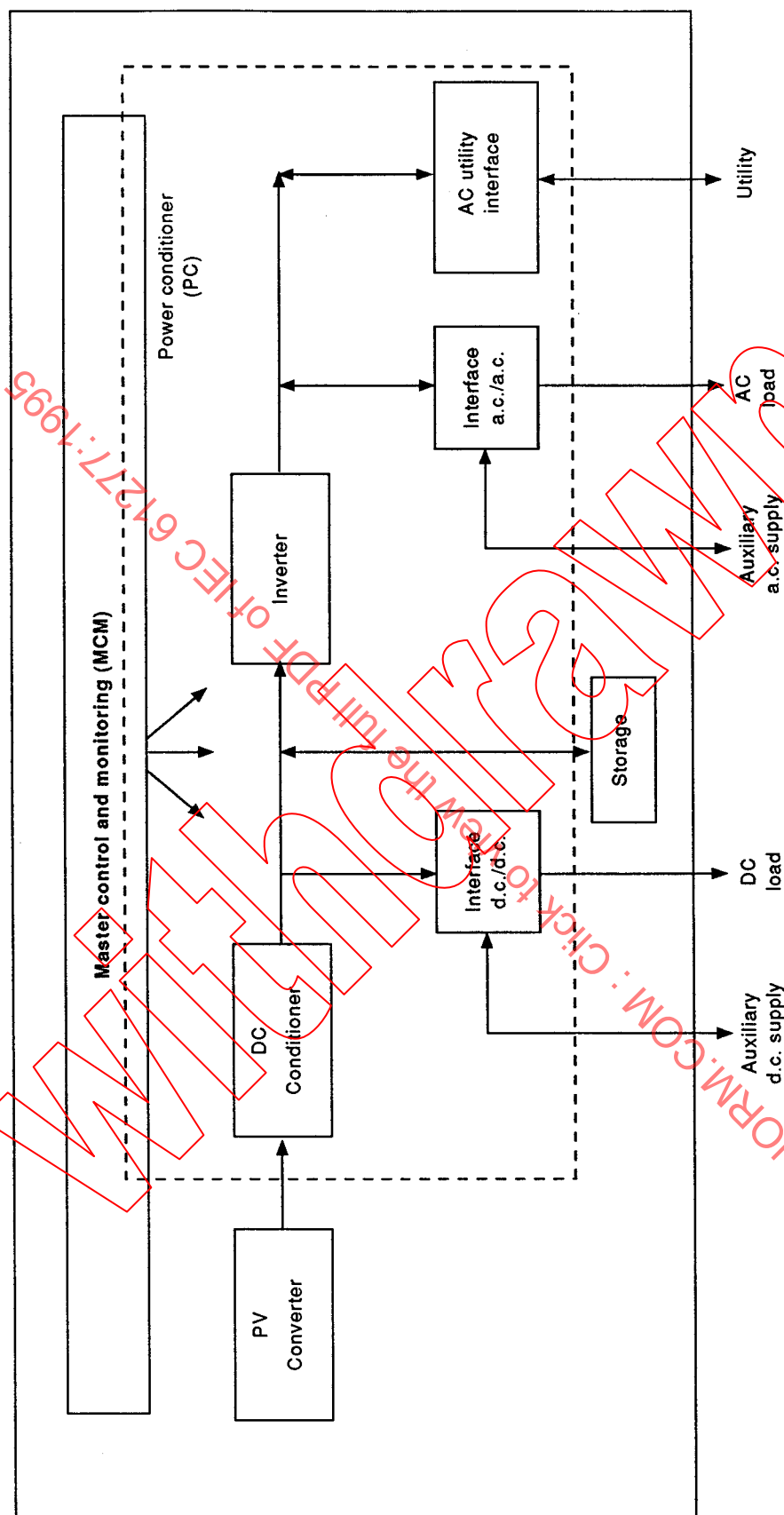


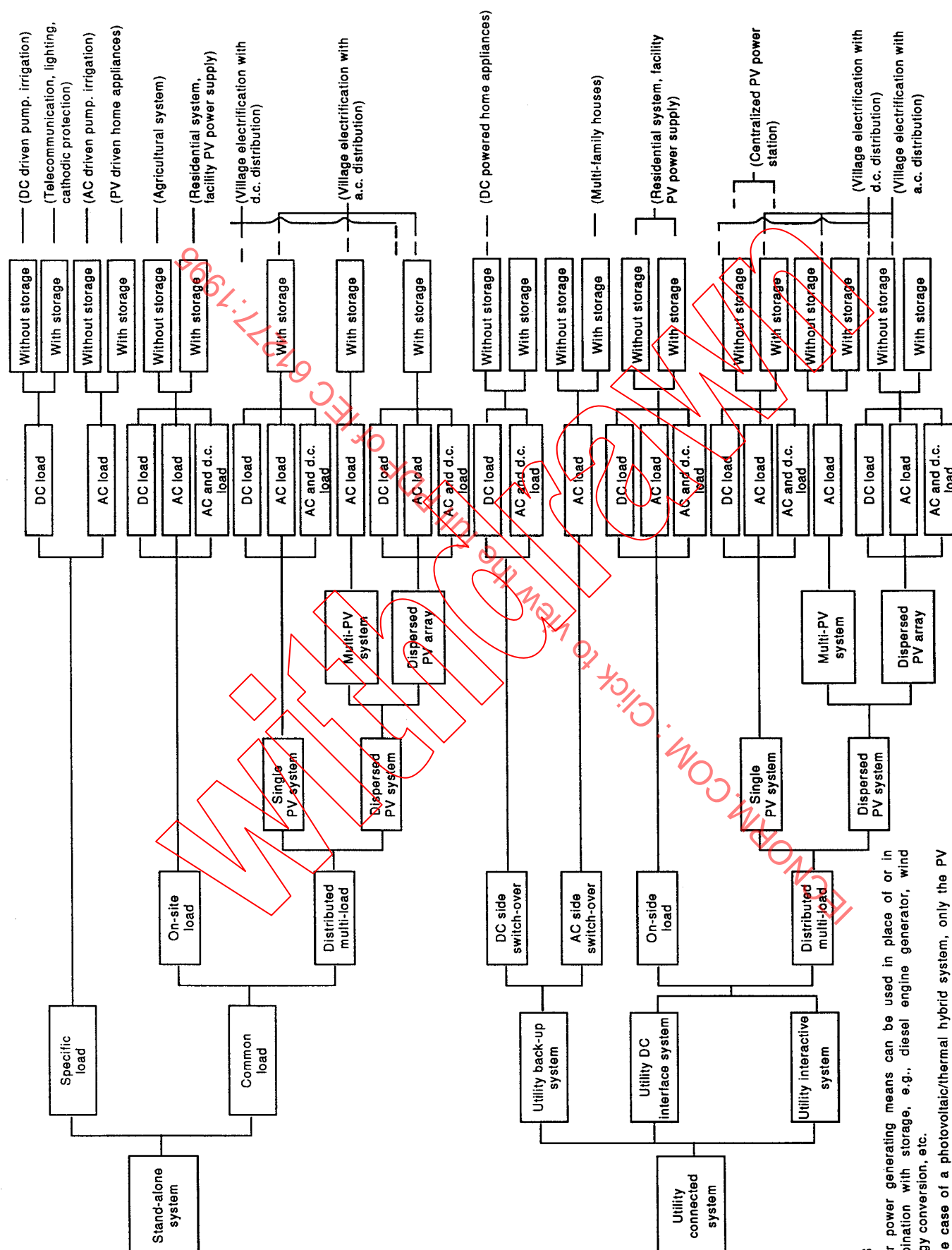
Figure 1 – PV power generating system – Major functional elements, sub-systems and power flow diagram



1 D'autres générateurs peuvent être utilisés à la place du stockage ou en combinaison avec ce dernier; par exemple groupes électrogènes diesel, aérogénérateurs, etc.

2 Dans le cas d'un générateur hybride PV/thermique seule est prise en compte la partie PV.

Figure 2 – Exemples de systèmes photovoltaïques avec applications typiques



NOTES

1 Other power generating means can be used in place of or in combination with storage, e.g., diesel engine generator, wind energy conversion, etc.

2 In the case of a photovoltaic/thermal hybrid system, only the PV side should be taken into account.

Figure 2 – Examples of PV power generating systems with typical applications

Annexe A
(informative)

**Configurations possibles dérivées de la figure 2,
avec quelques utilisations types**

Tableau A.1

Eléments Système photo- voltaïque	Sous- système PV	Condition- neur c.c.	Interface c.c./c.c.	Stockage	Onduleur	Interface c.a./c.a.	Interface c.a./c.a. avec le réseau de distribution de l'électricité	Utilisations types
SYSTÈMES AUTONOMES								
Système autonome c.c sans stockage	X	(X)	X					Pompage, production d'hydrogène
Système autonome c.c. avec stockage	X	(X)	X	X				Eclairage, télécommunications, appareils électroménagers
Système autonome c.a. sans stockage	X	(X)			X	X		Pompage
Système autonome c.a. avec stockage	X	(X)		X	X	X		Réseaux électriques ruraux, télécommunications
Système autonome c.c. et c.a. sans stockage	X	(X)	X		X	X		Sites isolés, industrie
Système autonome c.c. et c.a. avec stockage	X	(X)	X	X	X	X		Industrie avec charge c.c.

Annex A

(informative)

Example configurations derived from figure 2, with some typical applications

Table A.1

Components	PV Sub-system	DC conditioner	d.c./d.c. interface	Storage	Inverter	a.c./a.c. interface	a.c./a.c. utility interface	Typical examples
Photovoltaic power generating system								
STAND-ALONE								
DC stand-alone without storage	X	(X)	X					Pumping, hydrogen production
DC stand-alone with storage	X	(X)	X	X				Lighting, telecommunications, domestic appliances
AC stand-alone without storage	X	(X)			X	X		Pumping
AC stand-alone with storage	X	(X)		X	X	X		Rural electrification, telecommunications
DC and a.c. stand-alone without storage	X	(X)	X		X	X		Remote installations, industrial
DC and a.c. stand-alone with storage	X	(X)	X	X	X	X		Industrial with d.c. loads