

Systèmes PV connectés au réseau autonome

Introduction :

Un système PV ~~est un réseau~~ autonome désigne des installations avec une puissance nominale de générateur allant de 400 W pour 1 seul module à plusieurs kW

Montage et fonctionnement des installations autonomes,
~~la complexité d'un système autonome et des composants~~
des composants essentiels d'une installation autonome sont :

I - 1. Modules PV / générateurs PV

Les générateurs PV doit produire autant d'énergie que ce que les appareils électriques et le système lui-même consomment. La tension continue produite par le générateur doit être adaptée à la tension continue nominale du système. ~~elle doit être suffisamment élevée pour permettre la charge des accumulateurs.~~ Les tensions de systèmes habituelles sont 12, 24 ou 48 V. Pour charger un accumulateur, une tension > tension du système est nécessaire. Cette tension est appelée tension de charge. Le n° de cellules PV branchées en série dans un module et le n° de modules par charge doit être calculés en conséquence.

I - 2. Régulateur de charge :

Les régulateurs de charge assurent principalement les tâches suivantes :

- Protection de l'accumulateur contre les décharges profondes
- Limitation de la tension de charge terminale (protection contre les surcharges)
- Prévention de la décharge des batteries pendant la nuit sous les résistances internes du générateur PV
- Adaptation protection contre les surcharges et les courts-circuits
- adaptation de la tension de charge terminale à la température des batteries

- Adaptation du comportement de la charge au type d'accumulateur.
- Protection contre la foudre intègrée.
- Affichage de la fonction de charge instantanée ainsi que de I et V .
- Régulation automatique du déchargeement géré.
- La régulation MPP intégrée est un composant optionnel qui permet d'exploiter le générateur au pt de puissance maximale MPP.

I.3. Accumulateurs :

Dans les systèmes autonomes, le stockage du courant PV produit pendant la journée est indispensable. Des exigences particulières s'appliquent aux accumulateurs utilisés sous les installations PV. Ils doivent être résistants aux cycles répétés (charge / décharge) ~~et autre~~ part, ~~un bon rendement de charge et pour les courants de charge faibles, ainsi qu'une auto-décharge faible~~ sont primordiaux.

Tous les accumulateurs sont constitués d'électrodes (+) et (-) (plaques) séparées les unes des autres sous un réservoir cellulaire par des séparateurs et plongées sous un électrolyte (Acide sulfurique ^{dilué} pour ACu au Pb).

- Les accu sont constitués de plusieurs cellules avec une tension nominale de 2V chacune. D'habitude, le nbre de cellules de la batterie est égal à 6, 12, 24 pour que la tension continue du système soit de 12, 24, 48V ...
- En fonction du type de construction, l'isolation peut être imperméable au gaz, étanche ou scellée.
- Dans les applications solaires, le type de plaque des électrodes (+) est particulièrement déterminant. Les formes habituelles sont :

plus qu'à l'absolu ou à l'essai.

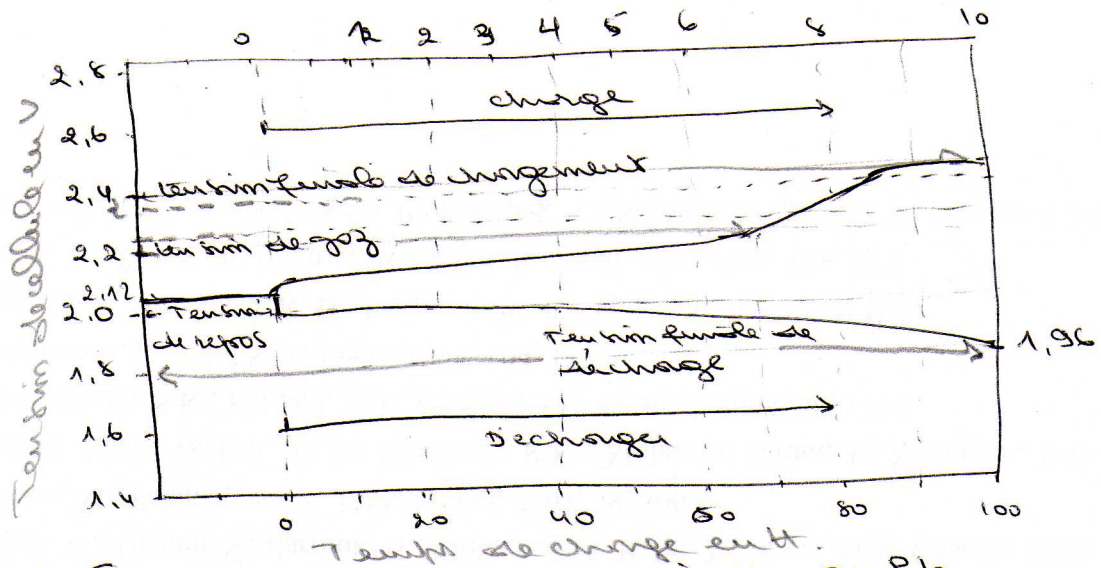


Fig. 1: charge et décharge d'un acc. au Pb

à vide $V = 2 - 2,12$

au repos $V = 2,12$ (après 1h de charge)

à 50% $V = 2,03$

0% $V = 1,96$

a - Capacité d'un acc. au Pb

La quantité de courant qu'un acc. est en mesure de stocker est appelée capacité (en Ah). Cette définit la durée en heures pendant la quelle l'acc. donné peut être utilisé jusqu'à ce que l'accumulateur soit déchargé (initialement complètement chargé).

b - Température et puissance

La capacité d'un acc. dépend notablement du niveau du courant de décharge et de la température de l'acc. - 1% de capacité par 1°C . Si l'énergie peut être récupérée en réchauffant l'acc.

Ex: 100% à 20°C → 80% à 0°

c - Intensité de décharge par rapport à la puissance

Il est évident qu'un acc. fournit plus de courant avec un courant de décharge faible qu'avec un courant fort. La capacité nominale doit être donnée en relation avec le temps de décharge. (donnée avec des symboles I_{xxx} pour le courant de décharge et

d - Décharge profonde et température

l'accu subit à chaque cycle de charge-décharge un petit affaiblissement de capacité. Plus la décharge de l'accu se rapproche de la décharge profonde, plus l'affaiblissement est grand.

- des températures de $< 0^{\circ}\text{C}$ sont dangereuses pour l'accu au Pb. (gel de l'électrolyte). ce risque est plus grand pour les accu déchargés (perte subite d'accu).
- des $T >>$ nuisent aussi à la durée de vie de l'accu. un accu utilisé à long terme à 20°C voit sa durée de vie diminuer de 50%.

e - Auto décharge

En cours de charge, les accu perdent de l'énergie. Le processus d'auto décharge doit être réglé pour les accu solaires à 3% par min.

f - Rendement en Ah

Le rendement en Ah d'un accu désigne le rapport entre la quantité de charge prélevée en Ah et la quantité chargée.

- l'inverse du rendement en Ah est parfois appelé coefficient de charge.

g - Charge complète des accu de Pb

Dans les systèmes PV autonomes, le procédé de charge en 2 étapes I - II est presque toujours utilisé.

1^{re} étape : l'accu est chargé avec le I_{max} admissible (charge

2^{de} " : une fois la tension terminale de charge atteinte, la

charge continue à tension constante, le I restant limité (charge). Cette phase se poursuit de 6-12h selon la décharge, jusqu'à charge complète de l'accu.

De nombreux systèmes autonomes n'atteignent que rarement cet état de charge complète.

Dans ce cas, des délestages de consommation occasionnels de plusieurs jours ou une charge complètement automatique (ex. électro) sont nécessaires pour éviter des pertes de capacités irréversibles de l'acide.

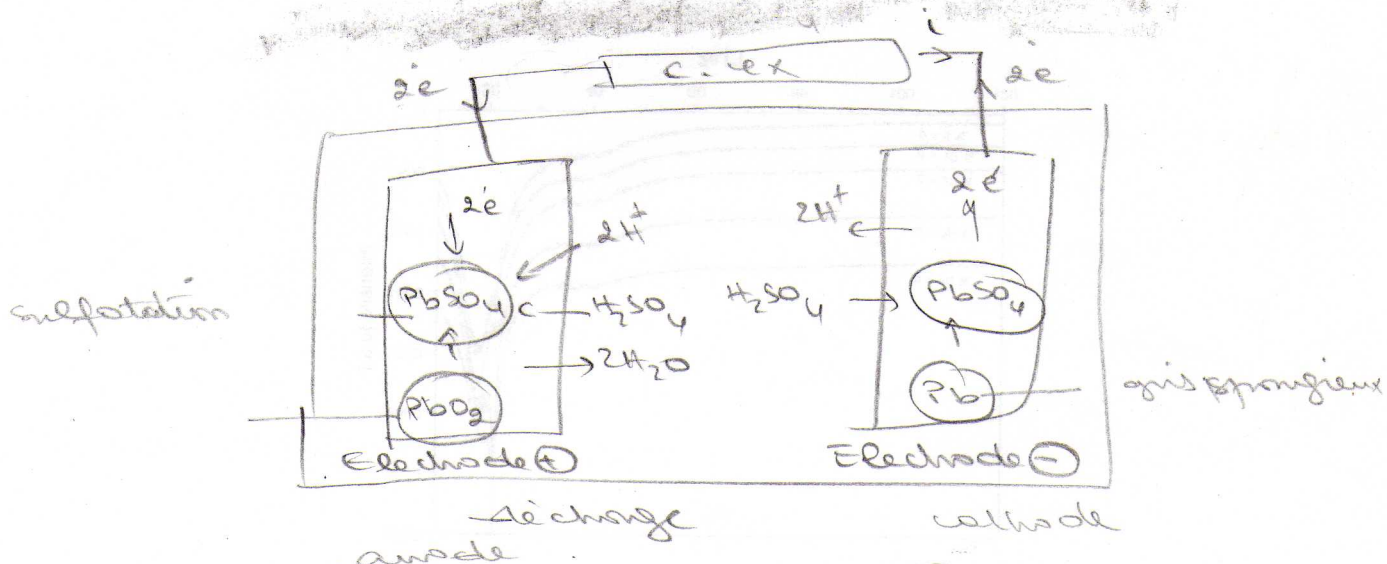
Choix du bon acide

- Rapport qualité-prix
- capacité
- durée de vie et nb de cycles
- nécessité de maintenance et coût de maintenance
- taille et place nécessaire
- Rendement en Ah
- Auto décharge
- Aptitude pour une utilisation mobile
- Impact sur l'environnement

Types de Batteries

- Pb-acide (Pb)
- cadmium-nickel (NiCd) (toxicques)
- nickel-métal-hydrure (NiMH)
- au lithium (Li-ion par ex)
- air comprimé

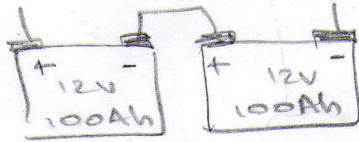
Batteries au Pb



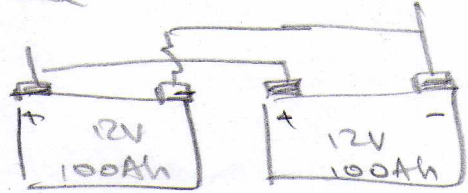
Durant la charge, une partie de l'électrolyte se lie au Pb et se transforme en sulfate de Pb cette transformation

groupement de batteries.

on peut connecter en série / parallèle des batteries solaires exactement identiques et de même âge. la mise en // n'est pas recommandée



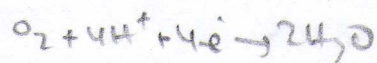
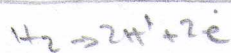
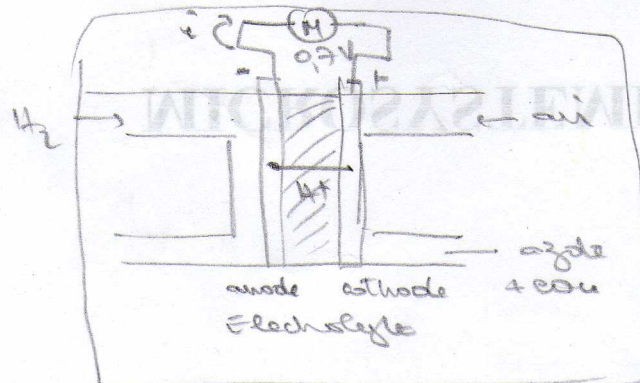
24V
100Ah
soit 2400Wh
mise en --
addition de tension



12V
200Ah
soit 2400Wh
mise en //
addition de capacité

pile à combustible.

une pile à combustible est une pile sous laquelle la génération d'une tension électrique se fait grâce à l'oxydation sur une électrode d'un combustible réducteur (hydrogène) couplée à la réduction sur l'autre électrode d'un oxydant tel que l'oxygène de l'air. le principe est l'inverse d'une électrolyse : la réaction chimique produite par l'oxydation et la rencontre de gaz produit de l'électricité et de la chaleur. la pile fournit $\sim 0,7$ à $0,8$ V $T \sim 60-200^\circ\text{C}$ selon les modèles. l'eau est évacuée sous forme de vapeur avec l'excédent de dioxygène.



pile à combustible

9. Des convertisseurs

ce sont des appareils servant à transformer la tension continue fournie par les générateurs ou les batteries pour l'adapter à des récepteurs fonctionnant soit à une tension continue différente soit à une tension alternative.

1. a. Des convertisseurs DC/DC (Hacheurs)

Ce type de composant est utilisé pour transformer la tension des batteries en une tension DC différente pour alimenter un appareil spécial : chargeur pour téléphone portable, radio, ordinateur portable...

* Convertisseur vers le haut. (Surlève, élève ou boost)

Le besoin typique pour un tel appareil est l'alimentation depuis 12V d'un ordinateur portable qui demande souvent une tension exotique comme par ex 19V.

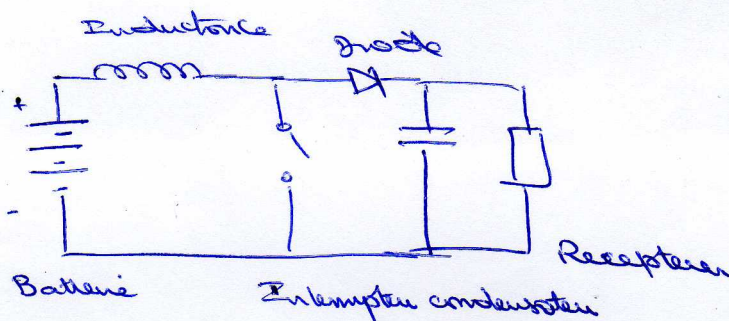


Fig IV 3. Ex. de convertisseur DC/DC vers le haut

* Convertisseur vers le bas. (Dévolteur, abaisseur, Buck)

servent à produire une tension plus basse que celle produite par les batteries et s'applique principalement à la recharge d'accumulateurs NiMH, à l'alimentation de radios et autres petits appareils.

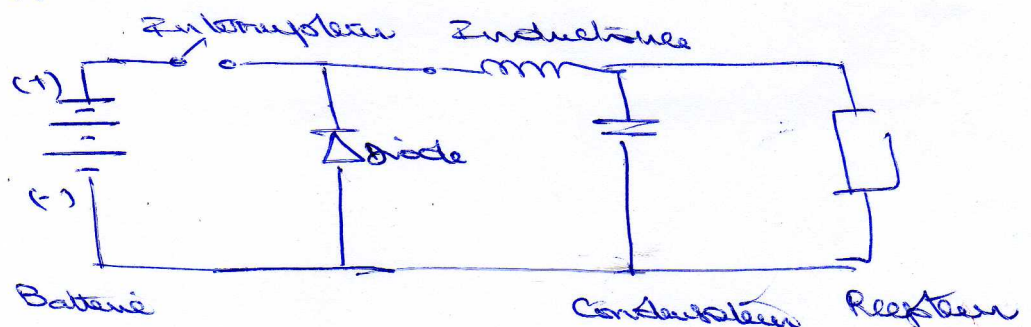


Fig IV 4. Convertisseur vers le bas DC/DC

4-b - Les onduleurs DC/AC pour des installations autonomes

Dès que l'entre d'appareils est un porteur, il est en général plus avantageux d'ajouter un onduleur permettant d'utiliser de travailler en 230 VAC (lampes compacts électroniques 230 VAC, réfrigérateurs en 230 VAC...)

Il faut cependant se méfier des déformations de l'onde sinusoïdale au courant alternatif par les récepteurs

4-c - Critères de choix

- Précision de la tension de sortie $\pm$ pourcentage par rapport à
- Résistance aux surcharges et au courant réactif.
- Distorsion harmonique
- Rendement : on s'intéresse à la courbe de rendement en fonction de la charge
- consommation en mode d'attente (stand-by)
onduleur 500W / 12V consomme 0,4A (5W) en attente

4-d - Différents types d'onduleurs autonomes

- onduleur à onde sinusoïdale - chargeur
- onduleur à onde carrée
- " " " " pseudo sinusoïdale

Résumé des critères de choix, il faut s'assurer que

- une solution en courant continue plus économe en énergie n'existe pas
- la consommation en mode stand-by ne pénalise pas le mode solaire
- l'onduleur peut alimenter le récepteur
- son rendement est suffisant au pt de fonctionnement de la charge
- la charge tolère la distorsion de l'onduleur (forme d'onde)
- les varia² de la tension de sortie sont acceptés par la charge
- l'onduleur est protégé contre les surcharges côté DC et AC et contre la surchauffe
- l'onduleur coupe les utilisateurs en cas de tension DC ^{lossée} (protection de la batterie...)