

CONCEPTION D'UN REGULATEUR SOLAIRE FIABLE

M.Adouane¹, M.Haddadi², R. Medjoudj³, A.Malek⁴

Abstract : Le but du présent travail est de concevoir un convertisseur DC/DC permettent la surveillance du stockage de l'électricité produite par les panneaux solaires durant la journée dans des batteries et assurer leurs stabilité d'un coté et de l'autre coté la gestion de la consommation durant la nuit. Le fonctionnement du convertisseur repose sur une architecture fiable pour le bon fonctionnement du système.

I. NOMENCLATURE

V_{ge} : Tension au niveaux du générateur photovoltaïque
 $V_{ge\ ref}$: Tension de référence du générateur photovoltaïque.
 $V_{bat\ min}$: Tension maximal de décharge des batteries.
 $V_{bat\ max}$: Tension maximal de charge des batteries.
 V_{bat} : Tension au niveau des batteries.
 T : Température des interrupteurs électronique.
 T' : Température de referens.

II. INTRODUCTION

L'intensité de l'énergie solaire reçue à la surface de la terre est variable et en outre les besoins en électricité ne correspondent pas souvent aux heures d'ensoleillement. Dans ce cas il est nécessaire d'équiper le système par des batteries d'accumulateurs qui permettent de stocker l'électricité et de la restituer en temps voulu. Or, dans une installation photovoltaïque autonome, les recherches ont montré que le couplage direct d'un générateur photovoltaïque a une batterie est la méthode la plus simple à réaliser, malheureusement il n'offre pas de bonnes performances vu la batterie qui est un élément très sensible, elle ne doit pas être trop chargée ou trop déchargée, cela entraîne son vieillissement prématuré.

Un générateur photovoltaïque est constitué d'un ensemble de cellules photovoltaïques montées en série et/ou en parallèle afin d'obtenir des caractéristiques électriques désirées tels que la puissance, le courant de

court-circuit ou la tension en circuit ouvert.

La figure ci-dessous représente la courbe $I=f(V)$ d'un générateur photovoltaïque typique dans des conditions constantes d'irradiation et de température :

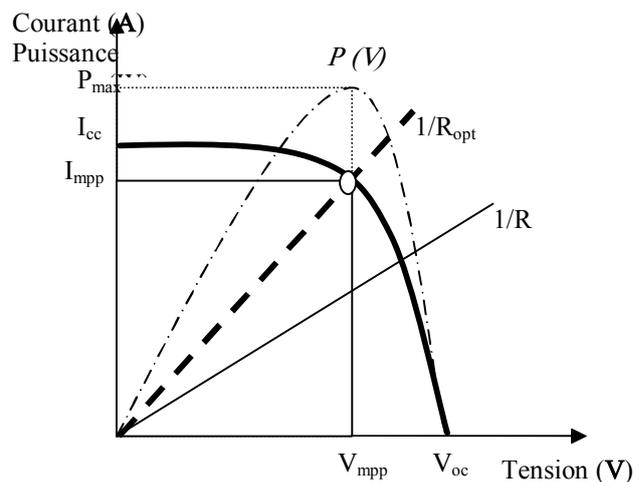


Fig. 1. Courbe $I=f(V)$ d'un panneau photovoltaïque

Il est difficile de donner un caractère source de courant ou de tension à un panneau photovoltaïque sur toute l'étendue de la caractéristique courant-tension. Le panneau photovoltaïque est donc à considérer comme une source de puissance.

III. PROPRIETES ELECTRIQUES DES GENERATEURS PHOTOVOLTAÏQUES

Les caractéristiques électriques d'un générateur photovoltaïque varient en fonction de la température, de l'éclairage et de façon générale des conditions de fonctionnement lorsqu'il est connecté à une charge donnée. Ces propriétés sont en effet nécessaires pour comprendre le comportement d'un générateur PV et ensuite effectuer des optimisations de fonctionnement.

1 Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
B.P. 88, ZI.G. Taam, Ghardaïa Algérie.

2 Département d'Electronique, Ecole Nationale Polytechnique,
Avenue Hassen Badi, El Harrach, Alger Algérie.

3 Département d'électrotechnique, Université A. MIRA BEJAIA

4 Division Energie solaire photovoltaïque, Centre de développement des
énergies renouvelables,
B.P. 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger Algérie.

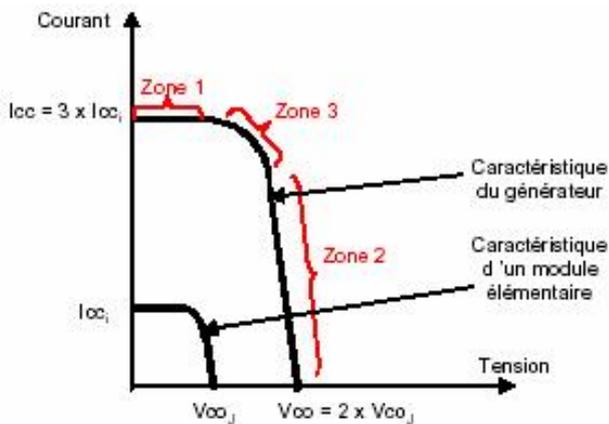


Fig.2. Caractéristiques I(V) d'un module photovoltaïque [1]

La caractéristique d'un générateur PV constitué de plusieurs cellules a une allure générale assimilable à celle d'une cellule élémentaire, sous réserve qu'il n'y ait pas de déséquilibre entre les caractéristiques de chaque cellule (*irradiation et température uniformes*). Nous pouvons décomposer la caractéristique $I(V)$ d'un générateur photovoltaïque en 3 zones,

- Une zone assimilable à un générateur de courant I_{CC} proportionnel à l'irradiation, d'admittance interne (Zone1).
- Une zone assimilable à un générateur de tension V_{CO} (Zone2).
- Une zone où l'impédance interne du générateur varie très fortement (Zone3).

Le point de fonctionnement pour lequel la puissance fournie par le générateur est maximale est situé dans la Zone3. Il est caractérisé par le couple (I_{OPT}, V_{OPT}) , et seule une charge dont la caractéristique passe par ce point, permet d'extraire la puissance maximale disponible dans les conditions considérées.

C'est dans cet ordre d'idée que dans cet article, on a conçu une partie d'une chaîne de production photovoltaïque (Fig 3), soit le régulateur. Ce dernier nous permet d'obtenir une tension qui est utilisable pour les applications de tous les jours et l'exaï de cette énergie est stocké dans des accumulateurs chimiques.

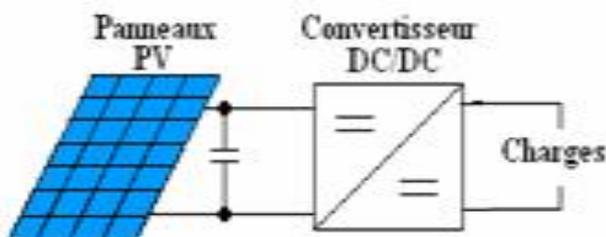


Fig. 3. Chaîne de conversion photovoltaïque

De plus, le système final doit avoir le meilleur rendement possible tout en étant le plus abordable possible afin éventuellement de le rendre commercialisable. Il faut également faire une conception à la fois simple et optimale. Il est important de bien doser ces éléments car ils sont étroitement liés, car un rendement élevé peut entraîner des coûts importants et une dimension non négligeables.

Le concept de base des régulateurs est aisément compréhensible et il est indépendant de la technologie utilisée. La fonction principale de cet appareil est de réguler la tension issue du générateur photovoltaïque. C'est pourquoi la pièce centrale d'un régulateur est fréquemment constituée d'un hacheur permettant de relier chacun des deux pôles d'entrée à chacun des deux pôles de sortie par le biais des interrupteurs électroniques (transistor).

IV. DIMENSIONNEMENT DU BLOC DE PUISSANCE

Le bloc de puissance assure le transfert et la conversion de la puissance entre les deux cotés, source et charge grâce à un système de commande figure (4). Ce circuit permet de contrôler la tension des batteries et la consommation.

Le dimensionnement de ce bloc de puissance dépend des contraintes imposées par le cahier de charge à savoir:

1. La source d'énergie fournissant par le générateur photovoltaïque.
2. Une fréquence de commutation de 100Khz.
3. Une tension continue de sortie au borne des batteries et de la charge.

Le schéma fonctionnel qui en résulte montre un régulateur en bon ordre de marche au niveau technique. Voir la figure si dessous.

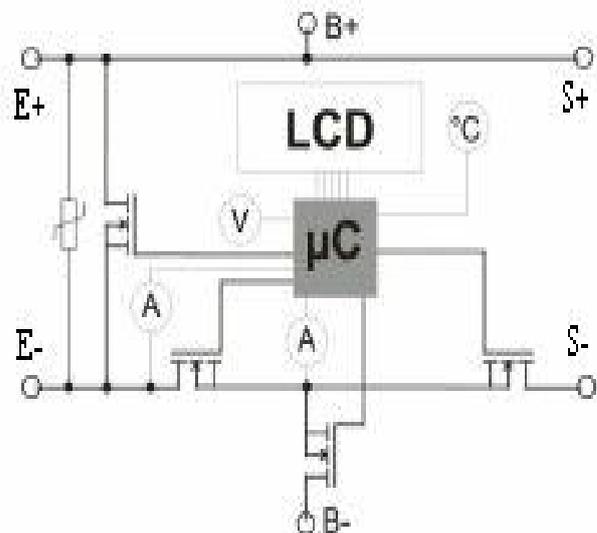


Fig. 4. Schéma électrique du régulateur photovoltaïque proposé.

V. SIMULATION DU REGULATEUR SUR PROTEUS (ISIS)

Le schéma bloc de l'onduleur photovoltaïque simulé est présenté sur la figure 5.

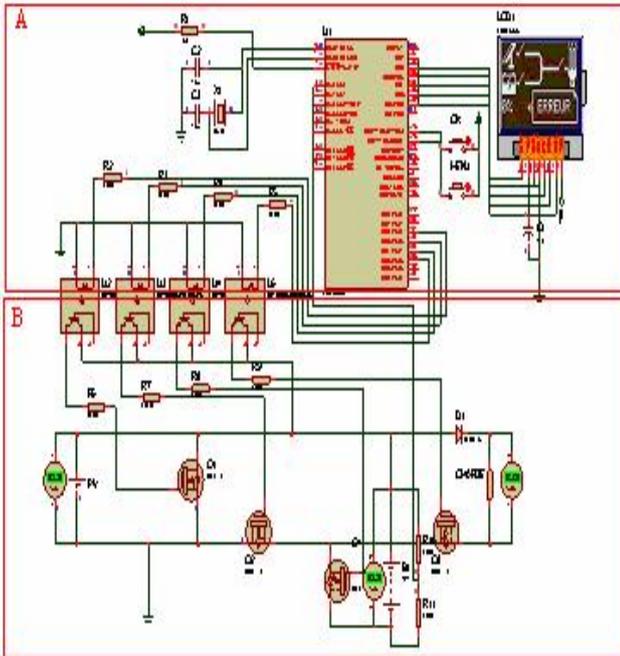


Fig. 5. Schéma ISIS du régulateur photovoltaïque.

VI. ALGORITHME DE COMMANDE

Il existe de nombreux signaux de réactions à l'entrée du microcontrôleur nécessaire pour un bon fonctionnement du régulateur soit:

- Capteur du courant de sortie, tension de sortie.
- Capteur du courant d'entrée, tension dentée.
- Capteur de la tension des batteries.
- Capteur de la température des interrupteurs électroniques.

Nous avons implémenté la routine de commande dans un microcontrôleur PIC 16F877A, et nous avons configuré le module de conversion A/D intégré dans ce circuit à démarrer la conversion automatique.

Le schéma fonctionnel de l'arrangement de la commande utilisé dans cet article est montré dans figure 7.

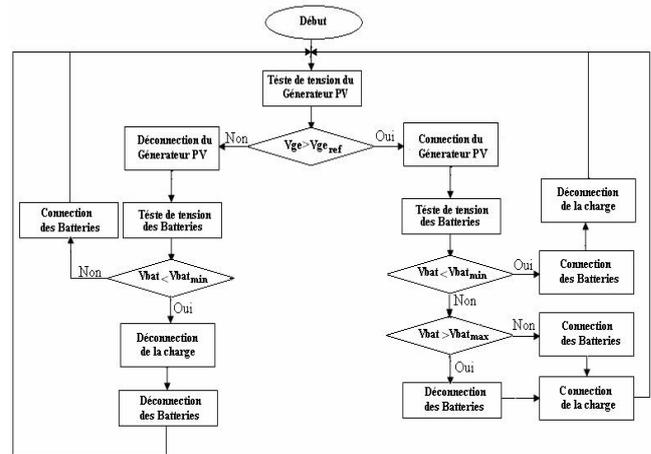
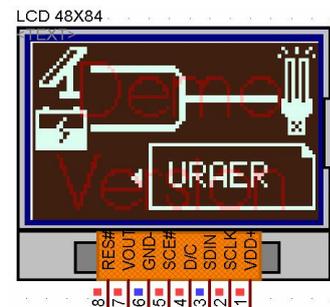


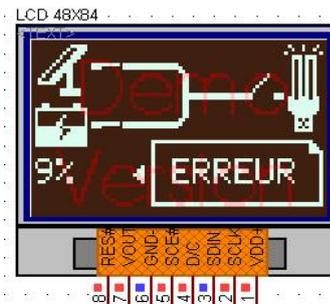
Fig. 7. Organigramme de l'algorithme de commande

Le régulateur est équipé d'un afficheur graphique (84 / 48 pixels), ce dernier affiche l'état du régulateur comme suit :

- Quand l'écran LCD graphique affiche l'image si dessous il indique le démarrage du régulateur et le bon fonctionnement du pic.



- Quand l'écran LCD graphique affiche l'image si dessous il indique que les batteries sont presque décharger se qui amène a déconnecter la charge.



- Quand l'écran LCD graphique affiche l'image si dessous il indique que les batteries sont en charge normale et que la charge est alimenté en énergie.

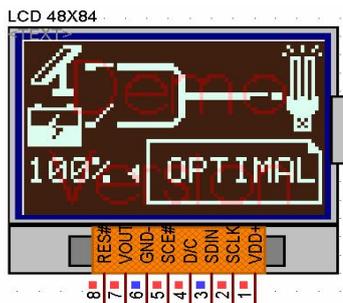
VII. CONCLUSION

Le premier objectif de notre travail est l'étude des convertisseurs de puissance et leurs commandes et le deuxième objectif consiste à l'amélioration de leur performances statiques et dynamiques. C'est à dire augmenter la performance et la robustesse vis à vis des variations paramétriques, limiter les pertes par commutation et par conduction, simplifier la mise en oeuvre des différentes lois de commande. Un système économique de régulation pour réguler une tension continue fournie par des générateurs photovoltaïques en une tension régulée pour l'alimentation des différentes charges et l'excès est stocké dans des batteries.

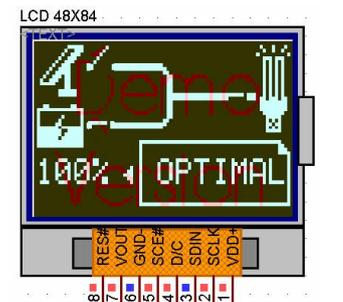
VIII. REFERENCES

- [1] J. Herminjard, C. Zimmermann, R. Monnier, "Three-Phase Unity Power Factor AC/DC Converter with Dual Isolated DC/DC Converter for a Battery Charger", In Proceedings of the European Conference on Power Electronics and Applications, EPE99, Lausanne, Switzerland, 7-9 September 1999.
- [2] C. Chabert, A. Rufér, "Optimisation Des Convertisseurs De Puissance Embarqués: Adaptation Des Cellules A Lien Alternatif MF Et Commutation Douce", EPF 2000 : 8ème Colloque Electronique de Puissance du Futur, Lille, France, 29 Novembre- 1 Decembre 2000.
- [3] H. Laborne, "Les Cours De L'école Supérieure D'électricité – Convertisseurs Assistés Par Un Réseau Alternatif", Edition EYROLLES, 2001.
- [4] K.Sobaihi, Etude et réalisation d'un hacheur de Tracking du Point de Puissance Maximale (MPPT) à contre réaction de tension. Thèse de Magister Ecole Nationale Polytechnique, (Décembre 2003).
- [5] H. Knopf, analysis, simulation, and evaluation of maximum power point tracking (mppt) methods for a solar powered vehicle. Master thesis, Portland State University (1999).
- [6] F.Lasnier and T.G.Ang, Photovoltaic Engineering Handbook. Adam Hilger, Bristol and New York, (1990).
- [7] R. Meseenger, J. Ventre, "Photovoltaic systems engineering", CRC Press, 1999.
- [8] Nichiporuk Oleksiy, simulation fabrication et analyse de cellule photovoltaïques à contacts arrières interdigités, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 03 mai 2005.
- [9] D-L. King, S. Igari, W. Watrta, "Solar efficiency Tables, version 19", Progress in photovoltaics : Research and applications, Vol. 10, pp. 55-61, 2002.
- [10] Energie solaire photovoltaïque.doc / B. Flèche - D. Delagnes / juin 07.
- [11] E. Van den Berg, M. Kroom, "Algorithms and performances of a space dedicated solar array modelling tool", 6th European Space Power Conference, Porto, Portugal, 6-10 May 2002, pp. 527- 532, 2002.
- [12] SANDIA REPORT, "Status and Needs of Power Electronics for Photovoltaic Inverters", SAND2002-1535, Unlimited Release, Printed, June 2002.
- [13] Ion Etxeberria Otadui, "Sur les systèmes de l'électronique de puissance dédiés à la distribution électrique – application à la qualité de l'énergie", Institut National Polytechnique De Grenoble, le 26 septembre 2003.

- Quand l'écran LCD graphique affiche l'image si dessous il indique que les batteries sont au niveaux maximale de leurs charge se qui amène à déconnecter les batteries pour éviter la surcharge ainsi le vieillissement prématuré de ces derniers.



- Quand l'écran LCD graphique affiche l'image si dessous il indique que les batteries sont chargés et que l'éclairement est minimale se qui amène à déconnecter le générateur photovoltaïque pour le protéger contre les courants inverse.



- Quand l'écran LCD graphique affiche l'image si dessous il indique qu'une défaillance est détectée se qui rend le système inactif.

