

# Contribution à la Réalisation d'un Suiveur Automatique pour Panneau Solaire

S. Boukhenous et M. Aissat

Laboratoire d'Instrumentation, LINS, Faculté d'Electronique & d'Informatique  
 USTHB, BP.32, Bab-Ezzouar, 16111, Alger, <http://www.usthb.dz>, [www.lins.usthb.dz](http://www.lins.usthb.dz)  
 Email: [sboukhenous@gmail.com](mailto:sboukhenous@gmail.com)

**Résumé** – Dans ce travail, un suiveur automatique pour panneau solaire a été réalisé. Ayant comme objectif l'amélioration du gain en énergie électrique par rapport au système fixe. Notre dispositif d'instrument est constitué essentiellement d'un panneau solaire de type 'PWX 500' qui utilise la technologie des cellules multicristallines PHOTOWATT. Le dispositif a été fixé sur une structure mécanique que nous avons réalisé à base de deux moteurs à courant continu avec leurs circuits de commande permettant ainsi la rotation du panneau selon les deux directions horizontale et verticale. Pour cette application, nous avons réalisé une lunette à base de quatre capteurs photorésistifs de type 'LDR' qui sont disposés de manière à ce que leurs éclairément ne soit identique que si la lunette est pointée vers le soleil. Les signaux issus des capteurs sont transmis aux entrées d'un microcontrôleur de type '16F877A' qui permet la comparaison des niveaux de tensions pour la commande des deux moteurs. En outre, il permet l'orientation du panneau vers le soleil et le contrôle de la surcharge et la décharge de la batterie d'alimentation. Enfin, le système que nous avons réalisé est capable de suivre fidèlement la position du soleil.

**Mots-clés** – Panneau solaire, traqueur, photovoltaïque.

## I. INTRODUCTION

Les énergies renouvelables sont des énergies qui se renouvellent assez rapidement pour être considérées comme inépuisables à l'échelle humaine du temps. L'énergie solaire est disponible, non polluante, gratuite et inépuisable. C'est pourquoi, elle est de plus en plus utilisée, comme alternative aux combustibles, dans la production d'électricité. L'Algérie possède l'un des gisements solaires les plus élevés au monde, avec une durée d'ensoleillement sur la totalité du territoire national pouvant atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara). L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de  $1\text{m}^2$  est de l'ordre de 5 KWh sur la majeure partie du territoire national, soit près de  $1700\text{KWh}/\text{m}^2/\text{an}$  au Nord et  $2263\text{ kWh}/\text{m}^2/\text{an}$  au Sud du pays [1]. L'Algérie a réservé, à l'instar de nombreux pays du monde, une multitude d'investissements dans la technologie photovoltaïque et ses applications à titre d'exemple le projet HASSI R'MEL. Ce dernier consiste à mettre à profit des concentrateurs solaires cylindro-parabolique muni des systèmes de poursuite solaire [2], [3]. Dans ce contexte, nous avons étudié et réalisé un système suiveur solaire avec un panneau photovoltaïque plat de type 'PWX 500' [4], dont

l'objectif est d'améliorer le rendement énergétique. Ainsi dans ce présent travail nous présentons le principe de notre prototype du système photovoltaïque, constitué essentiellement d'une partie électronique et d'une partie mécanique.

## II. DESCRIPTION DU PROTOTYPE DE SUIVEUR

### II.1. Description de la partie mécanique

La partie mécanique du prototype de suiveur que nous avons réalisé est schématisé par la figure.1 et la figure.2 présente une photo du système ainsi réalisé. Il est constitué essentiellement des différents éléments constitutifs comprenant :

- Un cadre du panneau (élément1) en aluminium pour protéger les cellules photovoltaïques ;
- Deux règles de fixation (élément2) placées suivant la largeur du panneau munies de pattes d'attache de l'axe de rotation verticale ;
- Un rotor (élément3) doté d'un moteur à courant continu disposant d'un engrenage d'entraînement et de réduction des couples de rotation dans les mouvements à l'horizontal du panneau. Ce rotor est une pièce maitresse fixant et portant les supports du vérin ainsi que le panneau ;
- Un vérin électrique (élément4) composé d'un moteur à courant continu, accouplé à un système de transformation de mouvement rotatif en mouvement linéaire qui permet d'orienter le panneau sur les différentes positions verticales ;
- Un support métallique tubulaire muni d'une base à cinq pieds (élément5) dont le rôle est d'assurer l'assise et la stabilité de notre prototype.

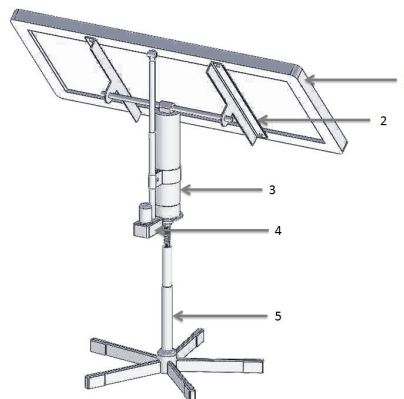


Figure.1 Présentation de la structure mécanique

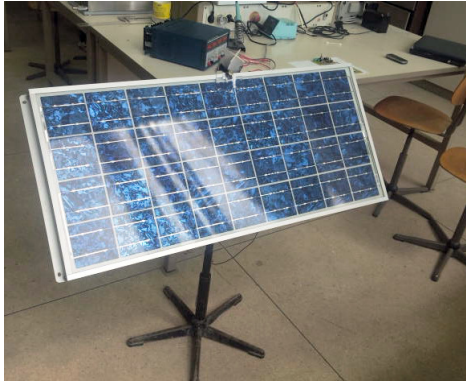


Figure.2 Présentation du système

## II.2. Description de la partie électronique

Dans cette partie nous nous sommes intéressés principalement à la commande et l'alimentation du système. Les quelles interviennent pour l'orientation du panneau par rapport aux rayons du soleil. Pour notre application nous avons utilisé quatre capteurs LDR (Light Depended Resistor) [5], disposée en croix et optiquement isolés entre eux de manière à ce que leur éclairement ne soit identique que s'ils sont pointés vers le soleil. Ces quatre capteurs constituent un système de lunette comme le montre la figure.3. Cette dernière est solidaire au panneau solaire et placée sur le même plan que celui-ci. Elle forme ainsi notre capteur de détection de la position du soleil. Dans le cas ou le panneau solaire n'est pas pointé vers le soleil, un signal est généré par la différence des tensions issus des quatre LDR. Ce signal est transmis à l'entrée du microcontrôleur Le PIC 16F877A pour la commande adéquate des moteurs. Nous avons choisi ce type de microcontrôleur pour son nombre d'entrées/sorties adaptable à notre application en plus du convertisseur A/D et du multiplexeur analogique à huit voies. Ce qui a permis de réduire le nombre de composants utilisés et la taille de la carte de commande.

A noter que dans cette application, le microcontrôleur récolte et traite les quatre signaux issus des quatre LDR et compare les tensions. Ainsi, il commande les moteurs qui, à leur tour orientent le panneau vers le soleil. En outre, il contrôle la batterie de la surcharge et la décharge. Ce qui fait prolonger sa durée de vie et économiser l'énergie stockée.

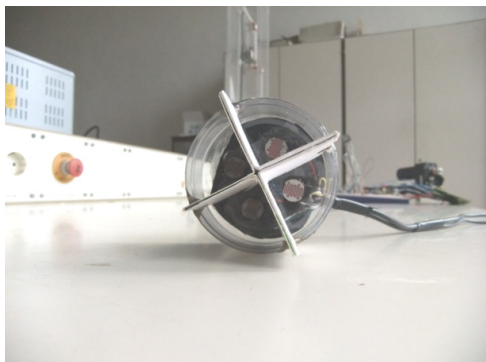


Figure.3 Système de lunette à base de quatre LDR

### A. Le régulateur de charge

L'énergie solaire récoltée du panneau photovoltaïque est stockée dans des batteries permettant de l'utiliser pendant les temps non ou faiblement ensoleillés. Nous nous sommes ainsi amenés à utiliser un régulateur de charge afin d'assurer la protection des accumulateurs. Pour cela, nous avons retenu l'utilisation d'un régulateur de charge à base du PIC16F877A qui a permis le contrôle de la batterie tout en réduisant la taille et le nombre de composants. Alors, il nous a suffi d'utiliser un diviseur de tension pour quantifier la tension de la batterie et vérifier son état de charge. La surcharge et la décharge de la batterie est, de ce fait, contrôlée par des relais commandés par un programme. La figure.4 montre la réalisation du circuit de régulation. Son principe de fonctionnement est décrit comme suit :

- En mode normale : Le générateur photovoltaïque charge la batterie à travers le relais RL1, qui est fermé sur sa position repos et le récepteur est alimenté à travers le relais RL2 qui est fermé aussi sur sa position repos.
- En mode surcharge : Dès que la batterie atteint le seuil de surcharge, le microcontrôleur envoie la commande vers la base du transistor Q1 fonctionnant en mode de commutation pour ouvrir le relais RL1 (position travail), une LED verte signale la coupure de la liaison du générateur et de la batterie.
- En mode décharge : Dès que la batterie atteint le seuil de décharge, le microcontrôleur envoie une commande vers la base du transistor Q2 pour ouvrir le relais RL2, ainsi une LED rouge s'allume indiquant la séparation du récepteur de l'alimentation. De ce fait, la batterie se surchargera et le mode normale se rétablira pour reboucler le cycle.

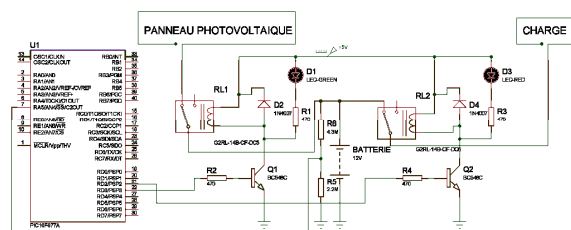


Figure.4 Schéma électrique du régulateur de charge

### B. Le régulateur de tension

Un régulateur de tension est un élément qui permet de stabiliser la tension de sortie à une valeur fixe. Il est composé d'un ensemble de composants classiques (résistances, diodes zener et transistor par exemple). Mais il peut aussi être en circuit intégré contenant plusieurs composants dans un seul et même boîtier. Dans notre réalisation, la plupart des composants de la maquette consomme une tension de +5V. Alors pour augmenter le courant de sortie on a rajouté au

régulateur LM7805 un transistor de puissance de type BD178 comme la montre la figure.5 [5].

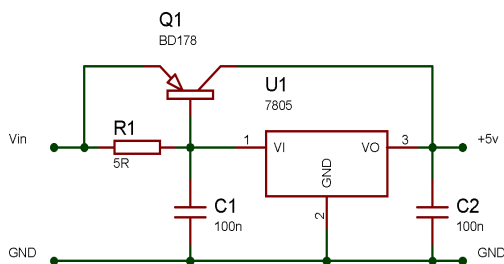


Figure.5 Schéma électrique du régulateur de tension

### C. Le circuit électronique du système

Le circuit électronique de notre installation comme le montre la figure.6 transforme le rayonnement solaire collecté par les quatre LDR en tensions électriques transférées vers le microcontrôleur, qui, les compare pour l'envoi de la commande aux moteurs à travers le circuit de puissance le L298N [6]. Ces moteurs actionnent l'orientation du panneau photovoltaïque vers le soleil. Le circuit électronique contrôle aussi la charge et la décharge de la batterie pour lui assuré une longue durée de vie. La figure.7 et la figure.8 présentent les photos de la carte de commande et d'alimentation.

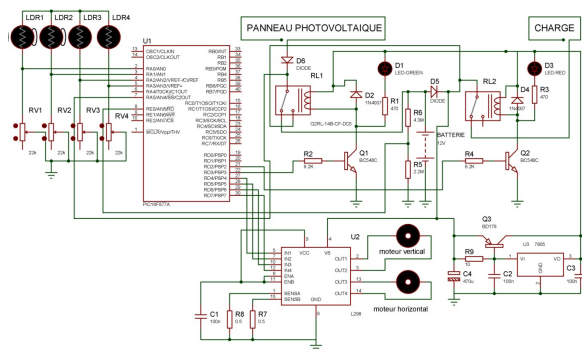


Figure.6 Schéma électrique du régulateur de tension

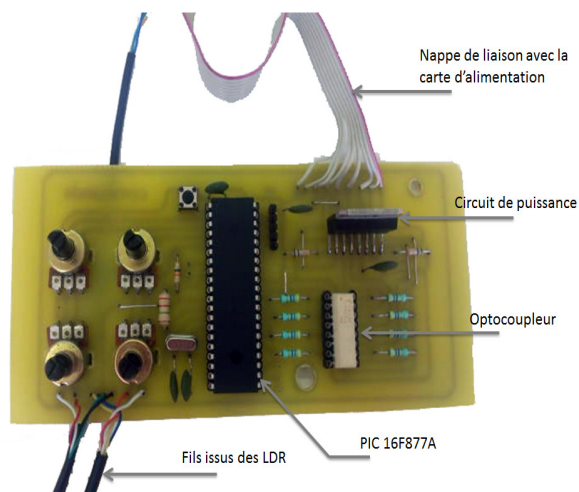


Figure.7 Photo de la carte de commande

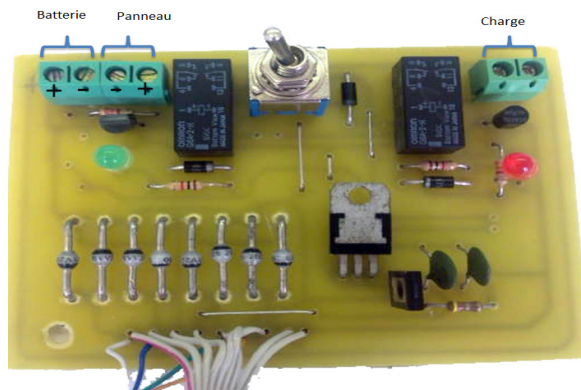


Figure.8 Photo de la carte d'alimentation

### II.3. Description de la partie programmation

Le microcontrôleur convertit les signaux analogiques issus des LDR en signaux numériques qu'il les compare et en suite envoie la commande du sens de rotation aux moteurs. Il assure, aussi, d'autres fonctions, dont :

- Le contrôle des mouvements mécaniques du système en limitant les angles de rotation à partir des fin de courses ( $0^\circ$  à  $200^\circ$  sur l'horizontal et  $0^\circ$  à  $90^\circ$  sur la verticale) ;
- Le contrôle de la charge et la décharge de la batterie ;
- L'orientation du panneau en fin de journée vers la position de départ ou de démarrage du système.

L'organigramme principal du système de poursuite solaire est présenté sur la figure.9.

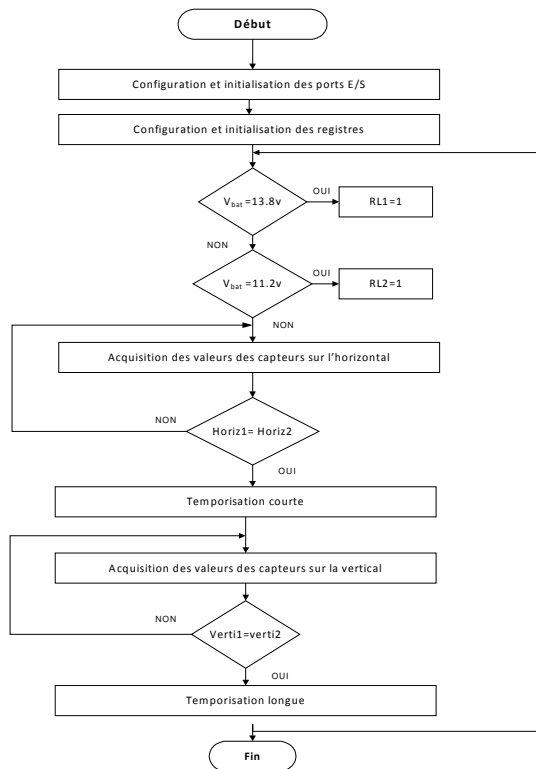


Figure.9 Organigramme principale

En outre, la figure.10 illustre l'organigramme du programme de contrôle du mouvement du suiveur solaire qui fonctionne en parallèle avec celui du programme principal. Il contrôle les mouvements du système en testant toutes les interruptions provenant des fins de course qui sont liées directement avec les broches RB4, RB5, RB6 et RB7 du microcontrôleur.

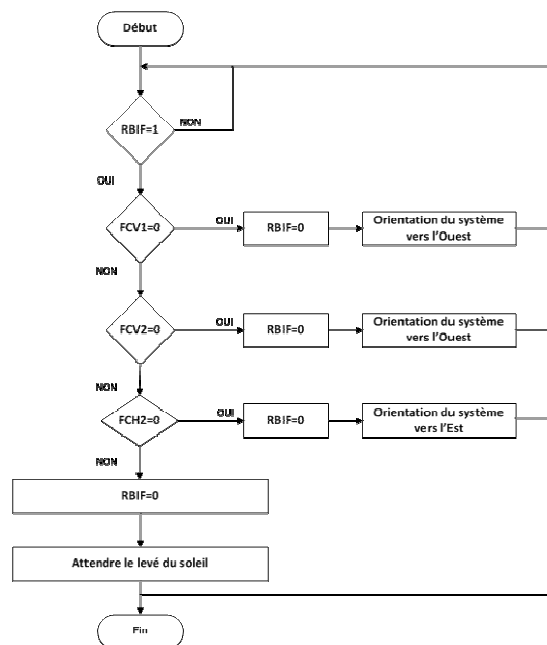


Figure.10 Organigramme du programme de contrôle de mouvement des deux moteurs

### III. DISCUSSION

Nous avons pu vérifier la fiabilité de notre système de poursuite solaire aux positions recherchées d'inclinaison et de rotation tant du point de vue motorisation, commande électronique et structure de réalisation. En outre la programmation a satisfait aux conditions de commande pour le fonctionnement convenable du système et les résultats sont encourageants. En effet, la répartition du programme en blocs de fonctionnement nous a permis de distinguer les différentes opérations réalisées. De même, les instructions commentées de ce programme nous ont guidées dans le repérage méthodique des fonctions. Ce qui nous a d'ailleurs, facilité les modifications apportées au cours de nos travaux.

### IV. CONCLUSION

Le but de ce travail réside dans la mise en œuvre d'une solution technique permettant de transformer un panneau photovoltaïque fixe en un panneau mobile afin d'améliorer son rendement. Pour cela, le système que nous avons pu réaliser s'est avéré capable de suivre la position du soleil et fonctionnel à 100%, malgré les problèmes rencontrés durant la réalisation. Parmi lesquels, nous citons :

- la perte de puissance des moteurs d'orientation du panneau remédiée par le remplacement des transistors d'alimentation par le circuit intégré L298N ;
- l'insuffisance d'énergie du générateur photovoltaïque solutionnée par l'intégration d'un régulateur de charge ;
- l'incapacité des moteurs à supporter la masse de la structure du système nous a amené à modifier certains éléments pour alléger et assurer la stabilité de l'installation ;

Enfin, ce travail nous a permis, toute fois, de travailler avec un système en temps réel et d'apporter les retouches, à chaque fois, que cela est nécessaire.

### V. REFERENCES

- [1] J.BELLALA, "Contribution à l'optimisation des systèmes de conversion d'énergie : Application aux systèmes photovoltaïques", thèse de Doctorat en science, faculté des sciences de l'ingénieur, Département Genie industriel, Université de BATNA, 2008, 163p.
- [2] A. Gama et all, Etude et réalisation d'un concentrateur cylindro-parabolique avec poursuite solaire aveugle, *Revue des énergies renouvelables*, Vol 11, N°3, page 437-451, septembre 2008.
- [3] P. Roth, A. Georgiev and H. Boudinov, Design and construction of a system for suntracking, *Renewable Energy*, N 29, pages 393-402, June 2003.
- [4] BIO ENERGIES ONLINE©, panneaux solaires photovoltaïques, consulté à: <http://bio-energies-online.com/pv.aspx> (Page consultée le mars 16, 2010).
- [5] G. Asch., 'Les Capteurs en Instrumentation Industrielle', Dunod, 1999, 815 p.
- [6] H. BUHLER, Électronique de puissance, Georgi, Lausanne, 1978.