



# Etude et réalisation d'un système de poursuite solaire pour générateur photovoltaïque

I. Laib<sup>#1</sup>, Y. Elgouni<sup>#2</sup>, S. Boukhnos<sup>#3</sup>, A. Hamidat<sup>\*4</sup>

<sup>#</sup> Laboratoire d'Instrumentation, LINS, Faculté d'Electronique et d'Informatique, USTHB,

BP.32, Bab-Ezzouar, 16111, Alger

<sup>1</sup> laibismail3@gmail.com

<sup>\*</sup> Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER,

16340, Bouzaréah – Alger, Algérie

<sup>4</sup> a.hamidat@cderr.dz

**Résumé** — Dans ce travail, nous présentons la réalisation d'un suiveur automatique destiné pour les modules solaires photovoltaïques. L'objectif visé est l'amélioration du gain en énergie électrique des systèmes photovoltaïques par rapport au système utilisant un générateur photovoltaïque fixe.

Notre dispositif d'instrument a été fixé sur une structure mécanique que nous avons réalisée à base de deux moteurs à courant continu avec leurs circuits de commande. Le système réalisé est capable de suivre fidèlement la position du soleil et il assure à chaque instant une adaptation entre la source et la charge au point de fonctionnement de la puissance maximale.

**Keywords** — Renouvelable, Module photovoltaïque, suiveur solaire, convertisseur DC/DC

## I. INTRODUCTION

Les systèmes photovoltaïques sont utilisés dans les sites isolés et même dans les villes et les cités avec des puissances crêtes qui varient des centaines à quelques MW. Mais dans la grande majorité des cas, les générateurs photovoltaïques sont fixes. L'énergie solaire incidente sur les cellules n'est pas optimale en fonction de l'heure d'une part et de la saison, d'autre part. Le rendement d'un module photovoltaïque est assez faible (autour de 15%), c'est pourquoi, il faut exploiter le maximum de puissance qu'ils peuvent générer en réduisant au maximum les pertes énergétiques reçues du soleil.

Des études ont prouvé que le rendement optimal s'obtient si les cellules sont placées perpendiculairement par rapport au rayon solaire incident. Ainsi et pour garder cette perpendicularité aussi longtemps que possible, nous avons opté pour un système suiveur solaire.

## II. SYSTEME SUIVEUR DE TRAJECTOIRE SOLAIRE

Parmi l'ensemble des technologies mobilisables pour répondre à cet enjeu, deux familles de solutions existent:

- les suiveurs programmés, nécessitant des calculs de prévision de la trajectoire solaire.
- les suiveurs à capteurs, nécessitant la détection en temps réel de la position solaire.

Le fonctionnement du suiveur à capteur ne requiert :

- aucun programme, aucun calcul de trajectoire, aucune donnée informatique ;
- aucune liaison avec un ordinateur gourmand en énergie, ni mise en réseau ;
- aucun potentiomètre de mesure d'angle du panneau.

Leur conception est simple avec une consommation énergétique réduite. Le fonctionnement est supervisé par une LDR (Light Dependent Resistor).

Le but de notre projet est de concevoir et de réaliser un suiveur solaire dédié au photovoltaïque basé sur une analyse comparative des tensions aux bornes de photorésistances, en l'occurrence des LDR (Light Dependent Resistor), une commande via un microcontrôleur permettra d'actionner les moteurs qui effectueront la rotation nécessaire pour le maintien du panneau solaire perpendiculairement aux rayons lumineux.

## III. DESCRIPTION ET ASSEMBLAGE DES ELEMENTS ELECTRONIQUE

Le schéma synoptique de la réalisation d'un suiveur solaire est représenté sur la Fig.1.

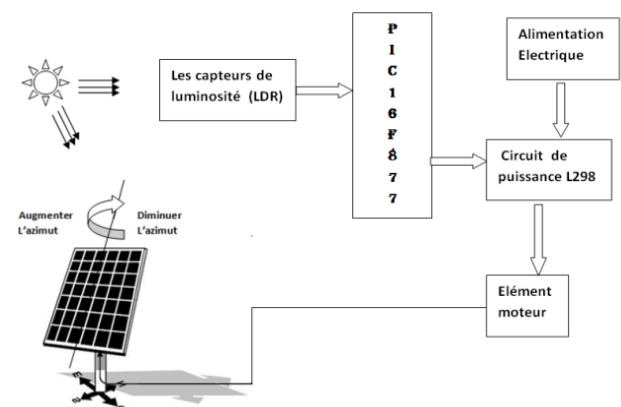


Fig. 1 Schéma synoptique de système suiveur solaire.



## Le 3<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

### The 3<sup>rd</sup> International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,  
Ghardaïa - Algérie 13 et 14 Octobre 2014



#### A. Le module photovoltaïque

Nous avons utilisé un module photovoltaïque de fabrication siemens PWX 500 de 36 cellules photovoltaïques branchées en série. Les caractéristiques sont données par le constructeur dans le Tableau 1. Le principe adopté pour la détection du déplacement des rayons du soleil par rapport à la normale d'un module photovoltaïque est basé sur l'utilisation de photorésistances.

TABLE I  
CARACTERISTIQUES DU PANNEAU SOLAIRE PWX 500

Nombre de cellules série	36
Puissance maximale	55W
Puissance minimale	50W
Tension en circuit ouvert $V_{CO}$	21.7V
Courant en court-circuit $I_{CC}$	3.45A

#### B. La photorésistance LDR

Une photorésistance est un composant dont la valeur en Ohms dépend de la lumière à laquelle il est exposé. On la désigne aussi par **LDR** (**L**ight **D**épendent **R**ésistor ou résistance dépendant de la lumière).

La principale utilisation de la photorésistance est la mesure de l'intensité lumineuse (appareil photo, systèmes de détection, de comptage et d'alarme). Les matériaux utilisés dans sa fabrication sont généralement du sulfure de cadmium qui se comporte comme des semi-conducteurs. Les avantages d'un tel capteur sont :

- ✓ Large gamme spectrale;
- ✓ Facilité de mise en œuvre;
- ✓ Sensibilité élevée;
- ✓ Faible coût.

Dans notre application, nous avons utilisé quatre LDR dans une lunette disposée en croix et optiquement isolées entre elles de manière à ce que leur éclaircissement ne soit identique que si la lunette est pointée vers le soleil [3]. La figure 2 illustre la disposition des LDR dans la lunette.

Afin de traiter ce signal on a utilisé un diviseur de tension pour chaque LDR comme le montre la figure 3.

#### C. Le circuit de puissance

Dans notre projet, nous avons utilisés deux moteurs de type à courant continu de faible puissance afin de limiter la consommation. La motorisation utilisée ne consomme pas

d'énergie, ce sont des vérins simples de parabole. La faible puissance des moteurs est récupérée par l'amplification mécanique du système d'engrenage qui compose ces éléments.

Pour commander le sens de rotation d'un moteur à courant continu, nous sommes souvent obligés d'inverser la polarité. De plus, il est généralement préférable de pouvoir varier la vitesse du moteur. La solution est d'utiliser le pont en H. Pour notre application, nous avons utilisé le L298 possédant un double pont en H. Chaque pont prend en charge un enroulement du moteur, ce qui facilite la mise en marche du système qui dispose deux moteurs, un pour la position horizontale et l'autre pour la position verticale [5].

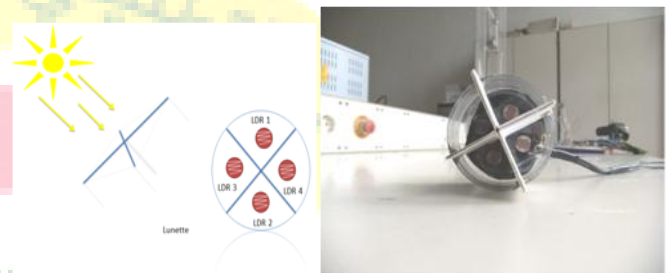


Fig. 2 Lunette composée de quatre LDR

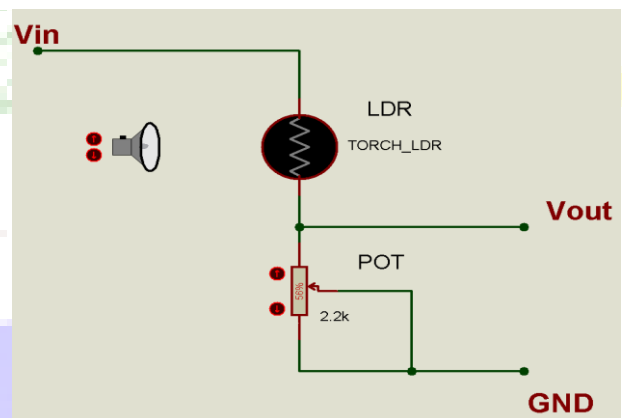


Fig.3 Diviseur de tension.

#### D. Régulateur de charge

Le régulateur de charge est un dispositif, qui se place entre la batterie et les modules photovoltaïques, pour éviter que la batterie ne soit endommagée par un courant trop important de charge ou inversement qu'elle ne se décharge trop rapidement. Les régulateurs sont dotés d'indicateurs de charge ou de limiteur de décharge pour déconnecter la batterie dès que le niveau de tension descend en dessous d'un seuil déterminé. Dans notre cas, nous avons pris la tension seuil de 11,5v.



Les chargeurs sont généralement développés autour d'un composant spécialisé ou d'un microcontrôleur figure 4. En général leur fonctionnement est du type charge rapide, détection  $V_{BAT}$  et, ou charge permanente, en fonction du courant nominal de charge de la batterie. Le Tableau 2 présente les états des relais pour des différents modes.

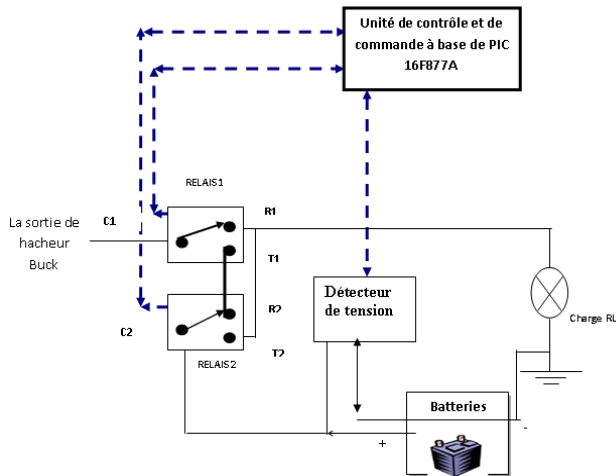


Fig. 4 Schéma synoptique du régulateur de charge réalisé.

TABLE 2  
LES ETATS DES RELAIS POUR DES DIFFERENTS MODES

Relais1	Relais2	Etats de la batterie, charge RL, générateur photovoltaïque
Repos	Repos	Le panneau solaire alimente la charge; la batterie est déconnectée
Repos	Travail	Le panneau solaire et la batterie alimentent la charge
Travail	Repos	Le panneau charge la batterie ; la charge RL est déconnectée
Travail	Travail	Le panneau charge la batterie; la batterie alimente la charge RL

### E. La réalisation du circuit

Nous présentons, dans la figure 5, l'assemblage de différentes parties du système cités précédemment dans un schéma électrique global. La vue générale de la carte de puissance réalisée est illustrée dans la figure 6.

## IV. RESULTATS

### A. Description et assemblage des éléments électronique

Après la réalisation du circuit électronique, nous avons procédé à l'assemblage des différents éléments mécaniques de

notre système, comme le montre la figure 7 [6]. Les différents éléments constitutifs de cette partie mécanique sont :

- (1) Cadre du panneau (élément1) en aluminium pour protéger les cellules photovoltaïques ;
- (2) Deux règles de fixation (élément2) du panneau munies de pattes d'attache de l'axe de rotation verticale ;
- (3) 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 ;
- (4) 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 ;
- (5) Un support métallique tubulaire muni d'une base à cinq pieds (élément5) dont le rôle est d'assurer l'assise et la stabilité de l'installation.

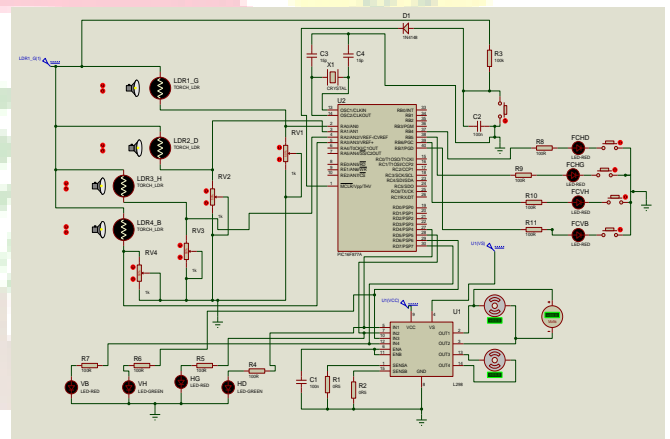


Fig. 5 Carte du système suiveur solaire ainsi réalisé



Fig. 6 Photos de la carte de puissance du système de poursuite réalisée



# Le 3<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

## The 3<sup>rd</sup> International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,  
Ghardaïa - Algérie 13 et 14 Octobre 2014



La partie mécanique du système est adaptée pour le mode de poursuite solaire fonctionnant à deux axes dirigés suivant un angle variable de:

- ✓ 0° à 200° sur l'horizontale
- ✓ 0° à 90° sur la verticale

La figure 8. Présente une photo du système de poursuite solaire réalisé.

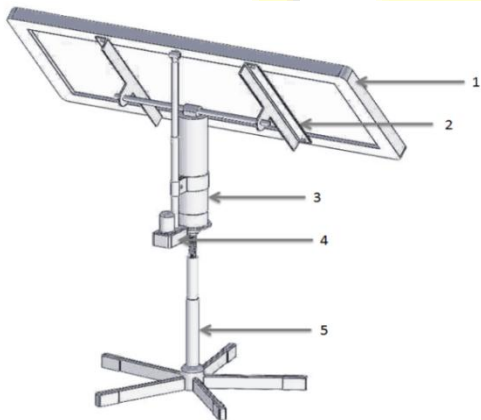


Fig. 7 Présentation de la structure mécanique



Fig. 8 Photo du système de poursuite solaire réalisé au département xx, USTHB

### B. Description de la partie programmation

Dans notre projet, nous avons choisi le PIC 16F877A possédant un nombre d'entrées/sorties adaptable à notre application en plus du convertisseur A/D et d'un multiplexeur analogique à huit voies.

Le rôle du PIC 16F877A dans le système suiveur solaire est de convertir le signal analogique des LDR en un signal numérique. Il compare et ensuite il envoie la commande du

sens de rotation aux moteurs. Egalement, il assure d'autres fonctions, dont :

- ✓ Le contrôle des mouvements mécaniques du système en limitant les angles de rotation à partir des fin de courses (0° à 200° sur l'horizontale et 0° à 90° sur la verticale) ;
- ✓ L'orientation du panneau en fin de journée vers la position de départ ou de démarrage du système.

L'organigramme principal du programme de poursuite solaire est présenté sur la figure 9. Les mouvements du système sont régis par programme de contrôle basé sur le teste de toutes les interruptions provenant des fins de course du système qui sont liées directement avec les broches RB4, RB5, RB6 et RB7 du microcontrôleur. La figure 10 présente l'organigramme des orientations du système vers les quatre directions (à droite, à gauche, haut et bas). L'organigramme du programme de régulateur de charge qui protège les batteries est illustré par la figure 11.

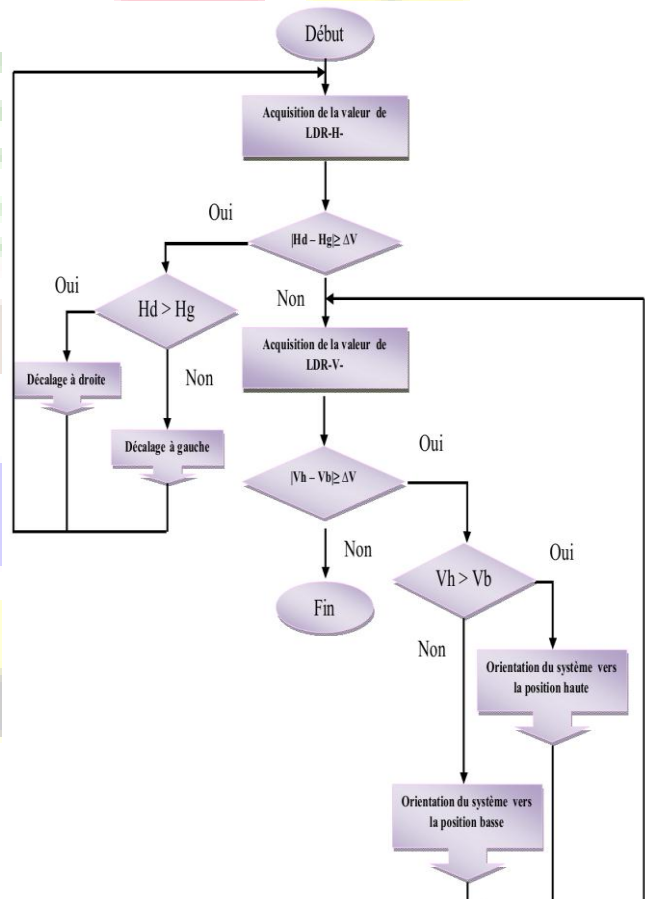


Fig. 9 Organigramme principal.

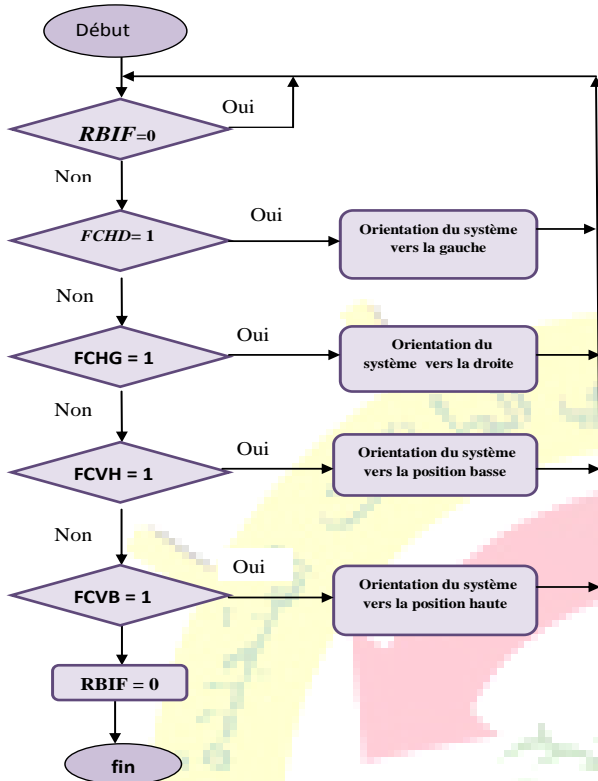


Fig.10 Organigramme de contrôle de mouvements.

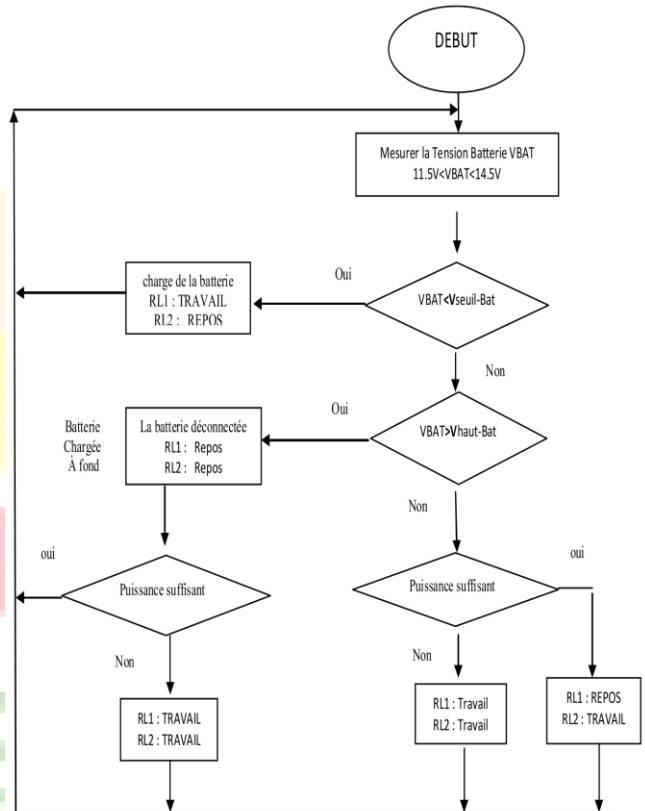


Fig. 11 Organigramme du Régulateur de charge

## V. CONCLUSION

Au terme de ce travail, nous avons atteint l'objectif qui est de réaliser le suiveur solaire, malgré les problèmes rencontrés durant la réalisation. Les différentes cartes réalisées sont fonctionnelles, et les testes de mouvement ont été concluants et très satisfaisants.

Enfin, nous espérons que ce travail puisse ouvrir de nouvelles perspectives pour de futures améliorations. Nous proposons dans ce sens la réalisation d'un système de poursuite pour un générateur photovoltaïque plus lourd (quatre à six modules photovoltaïques) et l'optimisation de la poursuite, par la précision des capteurs.

## REFERENCES

- [1] L. Protin, S. Astier. «Convertisseurs photovoltaïques», Techniques de l'ingénieur
- [2] J. Royer, T. Djiako, E. Schiller et B. Sada. «Le pompage photovoltaïque», Université d'Ottawa, Canada, 1998.
- [3] A. Bouden. «Analyse optimisée de système de pompage photovoltaïque», Mémoire de Magister en Electronique Option Instrumentation, Université Mentouri de Constantine, 2008.
- [4] Michel Pinard. «Convertisseurs et électronique de puissance», éditions Dunod, Paris, 2007.
- [5] P. Maye. «L'alimentation électroniques», 2<sup>ème</sup> édition Dunod, Paris.
- [6] S. Lefebvre, B. Multon. «MOSFET et IGBT Circuits de commande», Techniques de l'ingénieur.