

### Le 2<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

## The 2<sup>nd</sup> International Seminar on New and Renewable Energies



Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables, Ghardaïa - Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012

# Conception et réalisation d'un moniteur solaire multicanaux

NAIM Hocine<sup>1</sup>, BENABADJI Noureddine<sup>2</sup>, BOUADI Abed<sup>3</sup>

Département de Physique, Université des Sciences et de Technologie d'Oran (U.S.T.O.) B.P. 1505, El M'nouar, 31024, ORAN, ALGERIE

<sup>1</sup>naim\_lost6@hotmail.fr <sup>2</sup>benanour2000@yahoo.com

3abed bou@yahoo.fr

Résumé — Cet article décrit la conception et la réalisation d'un dispositif automatique de mesures et contrôles de plusieurs paramètres physiques important dans la gestion et le suivi du bon fonctionnement d'une mini-centrale solaire. Il est basé sur l'utilisation d'un microcontrôleur 8-bit chargé d'assurer toutes les fonctions prévues dans ce dispositif, grâce à des modules intégrés spécialisés (convertisseur analogique numérique 8-bit à quatre canaux de mesures, timers 8-bit et 16-bit pour gérer une horloge-calendrier en temps réel RTCC, deux ports d'entréssorties pour la gestion d'un afficheur 4-digit et d'un mini clavier. Enfin, l'alimentation de cet ensemble a été optimisée pour offrir un rendement élevé afin de minimiser les pertes de transfert de l'énergie acquise par les panneaux solaires vers les divers circuits ntilisateurs.

*Mots-clés* — Panneau photovoltaïque, centrale solaire, mesure électrique, horloge RTCC, PIC micro.

#### I. PRESENTATION

Ce dispositif est dédié à la mesure automatique de quatre paramètres importants à surveiller dans une centrale solaire : le courant de charge de l'accumulateur d'énergie (une batterie 12V), sa tension de charge, la température externe (celle des panneaux photovoltaïques) et la température interne (celle du dispositif). Ces mesures sont acquises périodiquement (une mesure par seconde) et immédiatement visualisées sur un afficheur quatre digits à LED 7-segments, dont trois réservés pour afficher la valeur mesurée et le quatrième réservé pour afficher le canal en court d'acquisition. Un clavier rudimentaire (mais suffisant) de 3 boutons poussoirs est utilisé pour procéder au réglage initial de ce dispositif. L'alimentation de l'ensemble est assuré par un circuit régulateur double : un 7805 classique pour délivrer une tension fixe de 5V (utile pour alimenter les capteurs de température LM35DZ), suivi par un régulateur LDO low power doté d'un générateur de courant constant basé sur un transistor JFET (un BF245B) et un amplificateur opérationnel (un TL061) chargé de maintenir une tension fixe de 2.56V à sa sortie (utile pour le microcontrôleur PIC16F716 et le module afficheur 4 digits à LED 7-segments).



Fig. 1 Aperçu du dispositif réalisé.

#### II. DESCRIPTION HARDWARE

Le synoptique suivant indique les principaux modules de ce montage: microcontrôleur 8-bit (PIC16F716), un module afficheur 4 digits à LED 7-segments, un clavier de 3 boutons poussoirs, la circuiterie pour 4 voies de mesures (température interne, température externe, courant de charge, tension de charge) et enfin la section alimentation régulée double.

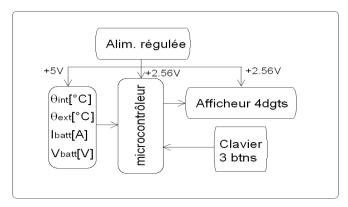


Fig. 2 Synoptique du montage réalisé.



# Le 2<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

## The 2<sup>nd</sup> International Seminar on New and Renewable Energies



Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables, Ghardaïa – Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012

#### III. LE MICROCONTROLEUR 8-BIT (PIC16F716)

Il s'agit d'un microcontrôleur de la gamme mid-range de la société américaine Micro chip [1], devenu leader mondial catégorie de composants numériques programmables. Il est doté d'une architecture RISC, dont les performances en vitesse d'exécution et taux d'occupation mémoire sont bien meilleurs que l'ancienne architecture CISC (exemple: Motorola 68705 ou Intel 8051). Il est alimenté par une tension particulière de 2.56 [V]. Ce choix a été dicté par les impératifs de fonctionnement du module interne de conversion analogique numérique ADC de résolution 8-bit. En effet, avec une résolution de 8-bit, on dispose de 256 pas de mesures, et en fixant une tension de 2.56 [V], on obtient alors une sensibilité de 2560 / 256 = 10 [mV]. Ce choix a été aussi dicté par la résolution des deux capteurs de température, des LM35DZ, dont la sensibilité est de 10 mV par degré Celsius. Enfin, ce PIC16F716 est cadencé par un quartz de 4 MHz, ce qui nous permet de comptabiliser l'exécution de chaque instruction de programmation en unité de microseconde.

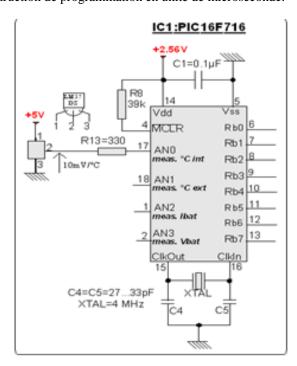


Fig. 3 Circuit du PIC16F716, avec son quartz de 4 MHz.

#### IV. LE MODULE AFFICHEUR 4 DIGITS A LED 7-SEGMENTS

Un module afficheur 4 digits à LED 7-segments classique aurait monopolisé 12 lignes I/O (entrées/sorties) de la part du PIC, comme le montre le schéma suivant :

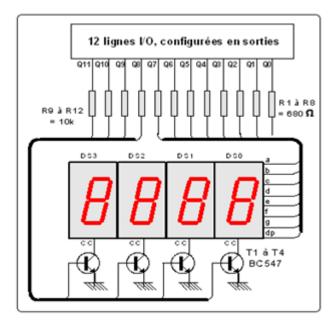


Fig. 4 Module afficheur 4 digits à LED 7-segments classique.

Dans notre montage, nous avons préféré utiliser une méthode astucieuse, dite CharliePlexing [2], dans laquelle un seul digit est actif à la fois. Ceci permet non seulement de réduire la consommation en courant, mais aussi de réduire le nombre de lignes I/O nécessaires. Nous avons encore poussé plus loin l'idée du multiplexage en faisant en sorte qu'un seul segment soit alimenté à la fois, dans le digit actif [3]. Ceci nous a permis de réduire la consommation en courant de tout le module afficheur, de l'ordre de 2 à 3 mA.

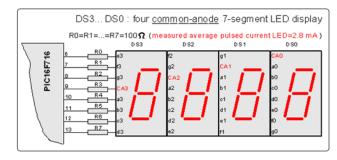


Fig. 5 module afficheur 4 digits à double multiplexage.

#### V. LE CLAVIER DE 3 BOUTONS POUSSOIRS

Le clavier est composé de trois mini boutons poussoirs seulement : un pour incrémenter, un pour décrémenter, et un pour passer à la fonction suivante. Ce minimum indispensable a été dictée essentiellement pour le réglage de l'horloge-calendrier RTCC (Real Time Clock and Calendar) ; ce programme supplémentaire a été rajouté pour des impératifs de contrôles de tâches jour / nuit et saisonnières.



# Le 2<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

### The 2<sup>nd</sup> International Seminar on New and Renewable Energies



Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables, Ghardaïa - Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012

La broche RA4 (pin 3 du PIC16F716) a été configurée en sortie est change d'état à l'aube et au crépuscule.

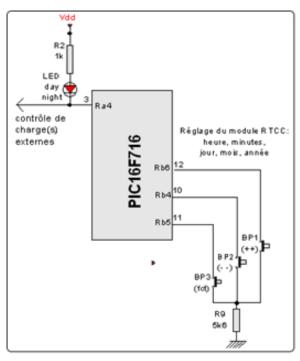


Fig. 6 Clavier 3 boutons poussoirs et sortie jour/nuit (pin Ra4).

#### VI. LA CIRCUITERIE POUR 4 VOIES DE MESURES

Les quatre entrées analogiques du PIC16F716 ont été consacrées à la mesure de quatre paramètres physiques importants : le courant de charge de l'accumulateur d'énergie (une batterie 12V), sa tension de charge, la température externe (celle des panneaux photovoltaïques) et la température interne (celle du dispositif). Le capteur de température utilisé est un LM35DZ [4] dont la sensibilité est de 10 mV/°C avec une précision de +/- 0.5°C. Sa gamme de température va de 0°C à +100°C (tandis que sa version améliorée, le LM35, est capable de tenir une mesure de température de -55°C à +150°C. Enfin, il peut être alimenté par une tension continue allant de +4V à +20V. Le courant de charge de la batterie se fait par mesure d'une chute de tension à travers une très faible résistance (0.1 Ohm) mise en série sur le pôle négatif de la batterie à recharger. Le calcul de la puissance maximale dissipée par cette résistance dépend du courant maximum pouvant être délivré par les panneaux solaires en service. Enfin, la tension de charge à mesurer est prélevée à partir d'un diviseur de tension classique.

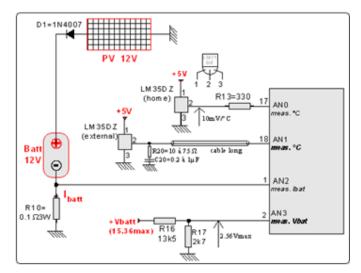


Fig. 7 Circuiterie pour les 4 voies de mesures analogiques.

#### VII. LA SECTION ALIMENTATION REGULEE DOUBLE

La section alimentation régulée double comporte un régulateur intégré 7805 chargé d'abaisser la tension des panneaux solaires (pouvant atteindre 21V sans débiter de courant) à 5V pour alimenter les deux capteurs température. Pour disposer d'une référence de tension de +2.56V nécessaire pour le module interne ADC 8-bit, un second circuit régulateur a été prévu. Il s'agit d'un circuit type LDO low power doté d'un générateur de courant constant basé sur un transistor JFET (un BF245B) et d'un amplificateur opérationnel (un TL061) [5] chargé de fournir en sortie une tension fixe de 2.56V, grâce à la comparaison d'une fraction de cette tension de sortie 2.56V, avec la tension de référence +1.2V fournie par les deux diodes en série (1N4148) traversées par un courant constant drainé par le transistor JFET (BF245B). Ce second régulateur est caractérisé par un courant de polarisation de l'ordre de 0.34 mA, très inférieur comparé à celui du 1er régulateur (3 à 5 mA pour un 7805).

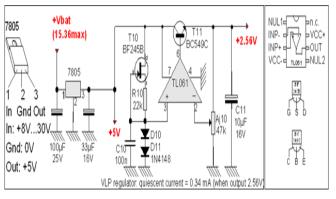


Fig. 8 Section alimentation régulée double



# Le 2<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

# The 2<sup>nd</sup> International Seminar on New and Renewable Energies



Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables, Ghardaïa - Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012

Voici enfin le schéma détaillé et complet du dispositif réalisé :

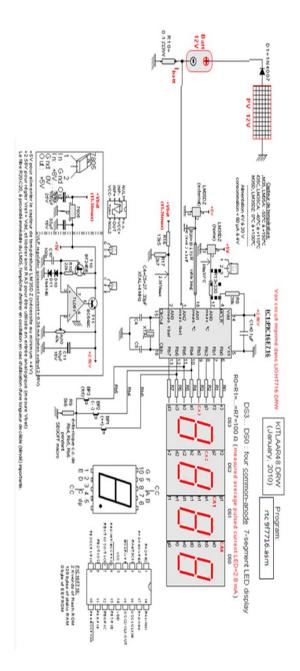


Fig.9 Schéma détaillé et complet du dispositif réalisé

#### VIII. CONCLUSION

Cette étude a été effectuée dans le laboratoire de LAMOSI du département de Physique de l'USTO. Elle est basée sur le microcontrôleur PIC 16F716. L'objectif assigné est la conception et la réalisation d'un moniteur de contrôle des paramètres électriques les plus importants d'une centrale solaire, ainsi que la mesure de certains paramètres physiques importants, notamment la température. On s'est intéressé plus particulièrement sur la mesure du courant de charge de l'accumulateur d'énergie (une batterie 12V), sa tension de charge, la température externe (celle du panneau photovoltaïque) et la température interne (celle du dispositif). Le microcontrôleur a été programmé en assembleur [6] sur un compatible PC / Windows XP. Au terme de la réalisation du montage du moniteur solaire 4 entrées le 07 juin 2011, on a procédé à un test final pour vérifier son bon fonctionnement et sa fiabilité par la mesure des paramètres d'un panneau de test [ALSOLPANMO-5W]. Les résultats sont cités tableau ci-dessous:

TABLEAU 1 Suivis des Parametres Mesures.

I	U	N	L.s	C.s	TSV	T.i	T.e
0.29A	11.3V	158 J	5 <sub>H</sub> 43	20 <sub>H</sub> 15	11 <sub>H</sub> 52	25°C	27°C

I : courant de charge.
U : tension de charge.
N : nombre de jours.
L.s : levé du soleil.
C.s : couché du soleil.
TSV : temps soleil vrais.
T.i : température interne.
T.e : température externe.

#### REFERENCES

- [1] DS41206B, PIC16F716 datasheet: 8-bit flash-based microcontroller with A/D converter and enhanced capture/compare/pmw, MICROCHIP, 2007.
- [2] Charaf LAISSOUB, eight-digit counter works with common anode or common cathode, EDN, electronic design network, July 15, 2010.
- [3] Noureddine BENABADJI, *PIC microcontroller and FETs enable a four-digit voltmeter*, EDN, electronic design network, May 10, 2007.
- [4] DS005516, LM35 datasheet: Precision centigrade temperature sensors, National Semiconductor, November 2000.
- [5] TL060, TL061, TL062, TL064: Low-power JFET-input operational amplifiers, p.115, The Linear Control Circuits Data Book for Design Engineers, 1980.
- [6] MPLAB v7.52, integrated development environnement assembler software, MICROCHIP, 2006