

## Réalisation d'un variateur de vitesse d'un MCC dédiée au séchoir solaire

B. Bouchiba <sup>1\*</sup>, S. Benaceur <sup>2†</sup>, I.K. Bousserhane <sup>1</sup> and M. Habbab <sup>1‡</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire CAOSEE, Université Tahri Mohamed, Béchar, Algeria

<sup>2</sup> Département de Génie Mécanique, Faculté de Technologie  
Université Mohamed Tahri, Béchar, Algeria

(reçu le 15 Décembre 2017 - accepté le 20 Décembre 2017)

**Résumé** – Ce travail est consacré à l'étude et la réalisation pratique d'un variateur de vitesse d'un moteur à courant continu à aimant purement pour le séchage solaire. Les tâches de ce travail sont: la génération d'un signal triangulaire, la comparaison entre le signe  $e$  de référence et le signal triangulaire et la génération de la commande MLI, puis, nous avons réalisé le circuit de puissance (hacheur série). Le séchage solaire demeure à l'état expérimental. Dans ce but, notre travail se veut une contribution à une meilleure connaissance des mécanismes de transfert de l'humidité (migration interne) et les transferts de chaleur et de masse à l'interface produit – air, ainsi que des caractéristiques générales de l'air asséchant (humidité, débit, etc.).

**Abstract** - This work is devoted to the study and the practical realization of a speed of a DC motor is like purely for solar drying, the tasks of this work are: Generating a triangular signal, the comparison between triangular single and reference signal, generating the PWM control, then we realized the power circuit (Buck converter). Solar drying is still at the experimental stage. To this end, our work is a contribution to a better understanding of the mechanisms of moisture transfer (internal migration) and the transfer of heat and mass transfer at the interface product - air, as well as general characteristics of the drying air (humidity, flow, ...).

**Keywords:** Machine à Courant Continu - MCCAP - Hacheur série - Commande MLI - Variation de vitesse.

### 1. INTRODUCTION

L'énergie sous toutes ses formes, reste un des paramètres les plus prépondérants dans le développement et la croissance économique d'un pays. L'Algérie peut aspirer à un développement rapide et important, si on tient compte de ses réserves importantes de pétrole et du gaz. Néanmoins, et par suite des mutations économiques mondiales actuelles, le gouvernement algérien, s'est fixé comme priorité dans le domaine de la recherche et du développement, l'axe 'Energies renouvelables'. [1, 2]

Sécher permet à ces entrepreneurs ruraux d'allonger la durabilité des produits, de diminuer les pertes (qui peuvent parfois dépasser 50% de la production) et d'ajouter de la valeur à leurs produits, l'utilisation des séchoirs à air chaud avec un très haut pouvoir de chauffage sont utiles, cependant leur consommation en énergie demeure trop élevée. Chaque pays a donc intérêt à tenir compte des sources d'énergies de remplacement. C'est pour cette raison que le séchage solaire présent un tel intérêt pour les pays en voie de développement.

Le séchoir solaire pour donner un bon résultat Il doit travailler à une certaine vitesse pétrir à utiliser un moteur à courant continu parce qu'il à son tour trouve une large

---

\* bouchiba\_bousmaha@yahoo.fr - Bou\_ism@yahoo.fr

† benaceur@yahoo.fr

‡ m.habbab@yahoo.fr -

application dans ce domaine (traction électrique, robots manipulateurs, séchoir solaire,...). [3]

Pour faire varier la vitesse d'un moteur à courant continu, plusieurs solutions existent. La question qui peut être posée est comment choisir un variateur efficace, plus simple et économique.

Les méthodes classiques d'entraînement à vitesse variable sont devenues non utiles et non économiques. Le développement de l'électronique de puissance et par son objet de la conversion d'énergie électrique d'une forme à une autre par des moyens statique permet d'avoir des solutions plus efficaces et plus simples par la variation de la tension continu d'un potentiel à un autre soit par des hacheurs.

## 2. DESCRIPTION DU SYSTEME SECHOIR SOLAIRE

Il n'existe pas de mécanisme universel dans le choix technologique d'un séchoir solaire. Des diverses études de cas et présentations faites, il en ressort qu'il est difficile d'avoir des éléments indiscutables de validation et de comparaison entre les différents modèles de séchoirs, soit l'outil de séchage est encore en phase d'expérimentation et de validation dans les conditions réelles d'utilisation. [4]

Ce séchoir est réalisé dans le but de se doter d'une installation où l'on peut faire des expériences et d'avoir des résultats concrets qui nous permettront par la suite de porter des contributions que se soit dans la forme du séchoir solaire lui-même ou bien dans le procédé du séchage de quelques produits agricoles tels que les dattes, la menthe, les tomates, etc. [4]

Concernant la réalisation du séchoir nous avons récupéré un capteur solaire appartenant à un chauffe air en mauvais état et nous l'avons transformé en un capteur à air et nous avons ensuite réalisé la chambre du séchage et la chambre de résistance avec du bois. Le travail de séchoir solaire est basé sur le variateur de vitesse d'un MCC pour le séchage solaire.

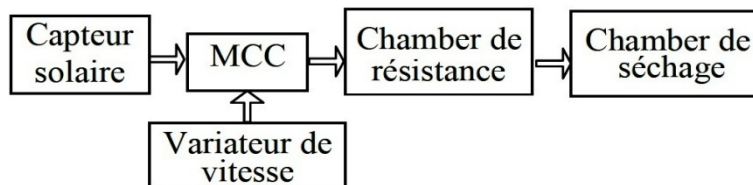


Fig. 1: Schéma bloc de séchoir solaire

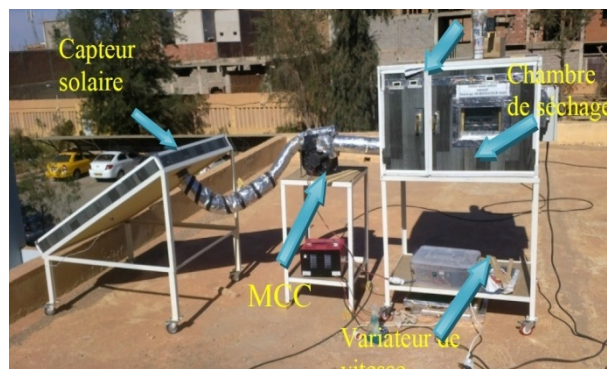


Fig. 2: Montage du séchoir solaire

### 3. VARIATEUR DE VITESSE

Pour l'entraînement à vitesse variable des moteurs à courant continu, on s'intéresse aux convertisseurs continu-continu d'où la tension de sortie est contrôlable et réglable. Il s'agit particulièrement des hacheurs qui constituent une solution économique et moderne. [1, 5]

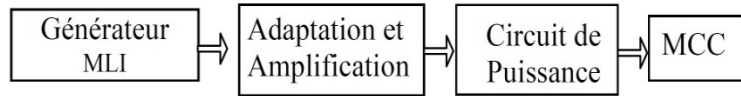


Fig. 3: Schéma bloc du variateur du MCC

### 4. REALISATION DE LA COMMANDE MLI

Modulation de largeur d'impulsion: La position des impulsions de la porteuse n'est pas modifiée, mais la largeur des impulsions est fonction de l'amplitude du signal de modulation, c'est la modulation PWM (Pulse Width Modulation).

Pour pouvoir reconstituer une image correcte du signal de modulation lors de la détection, il faut que la fréquence des impulsions soit beaucoup plus grande que celle du signal de modulation. [6]

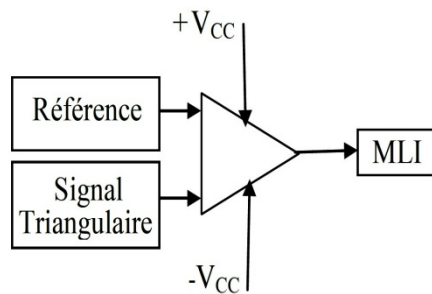


Fig. 4: Schéma synoptique du générateur MLI

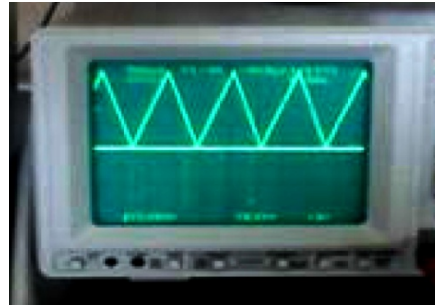


Fig. 5: Vue du signal triangulaire après le réglage de l'offset

### 5. COMPARAISON ENTRE LE SIGNAL DE REFERENCE ET LE SIGNAL TRIANGULAIRE

Celui-ci fournira le signal triangulaire qui sera par la suite comparé à un signal continu appelé 'modulante' pour en sortir un signal à découpage MLI. Ce montage est illustré en figure représente les signaux obtenus sur ce dernier circuit électronique.

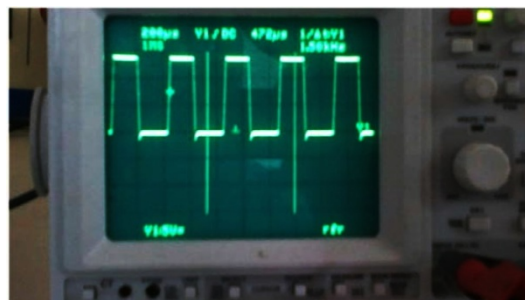


Fig. 6: Signal après utilisation d'une diode

## 6. REALISATION SUR PLAQUETTE

Une fois ces tests finis, ce montage électronique a été réalisé sur une maquette sous la forme d'un circuit imprimé. Celui-ci est illustré sur la photographie suivante:

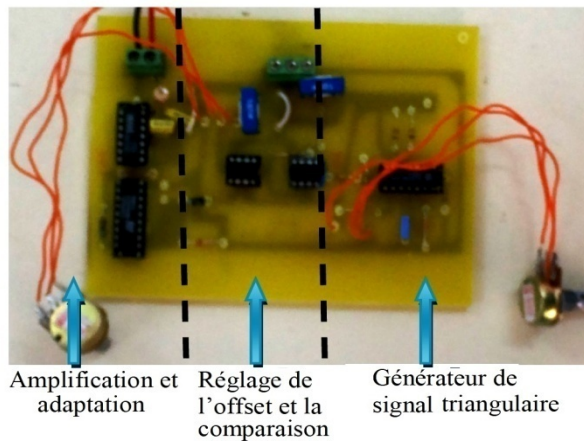


Fig. 7: Vue du circuit d'alimentation à découpage MLI du moteur

## 7. REALISATION DE CIRCUIT DE PUISSANCE

Le moteur utilisé dans le séchoir solaire consomme plus de 10 A en régime nominal. A cet effet, pour réaliser ce montage, nous avons choisi le transistor IGBT et la diode Schottky et les connecteurs de section 2.5 pour le moteur et l'alimentation de circuit.

Une fois ces tests finis, ce montage électronique a été réalisé sur une maquette sous la forme d'un circuit imprimé. Celui-ci est illustré sur la photo suivante: [11]

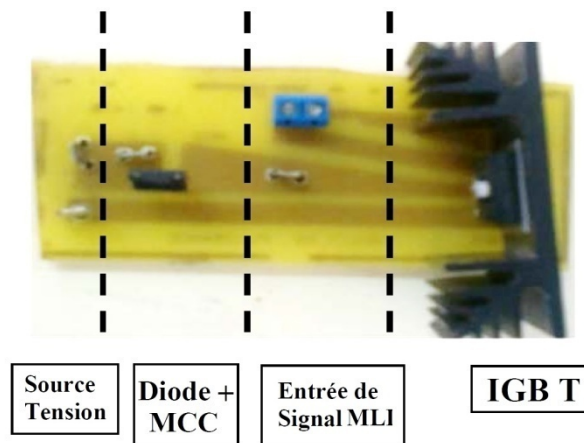


Fig. 8: Vue du circuit d'alimentation d'un IGBT du moteur

## 8. EXPERIENCES APPLIQUEES SUR LA MENTHE

Pour donner une idée sur l'influence du vent ventilé dans le séchoir installé sur le toit des labos de recherche (figure 1), nous avons adopté cette petite expérience qui se déroule suivant les étapes suivantes:

Après le réglage de la température de séchage ( $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) à l'aide d'un thermostat électronique et la vitesse de vent ( $4\text{ m/s}$ ,  $11\text{ m/s}$ ) par le variateur de vitesse qui est décrit précédemment, nous avons laissé la manipulation en marche pendant une heure afin de stabiliser les conditions climatiques.

Le produit (Menthe verte) préparé est pesé ( $100\text{ g}$ ) et réparti en une couche mince qui est achetée dans les marchés de la Wilaya de Béchar, placé sur une claie perforée à l'intérieur du séchoir solaire.

Puisque le système étudié est un séchoir réel, il n'a pas été possible d'installer un système de pesée continu à l'intérieur de l'armoire de séchage à cause des perturbations qu'il va introduire. Ainsi, la pesée de la claie est effectuée hors du séchoir. La durée de pesée de la claie (de l'ordre de  $01\text{ min}$ ). La masse du produit, est pesée  $05\text{ min}$  au début puis  $10\text{ min}$ ,  $15\text{ min}$ ,  $30\text{ min}$ ,  $01\text{ heure}$  jusqu'à l'atteinte de la masse finale du produit ( $16\text{ g}$ ) en fin d'essai.

Les résultats d'expérience  $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  et  $V = 4\text{ m/s}$  sont représentés ci-après:



Fig. 9: Etapes de séchage de la menthe pour les paramètres ci-après  
 $V = 4\text{ m/s}$  et  $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$

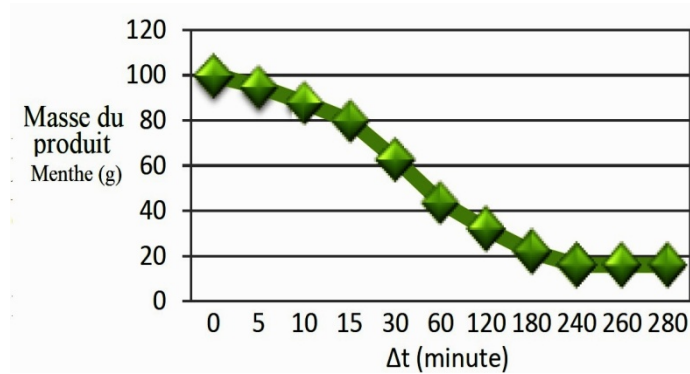


Fig. 10: Séchage solaire de la Menthe verte pour  $V = 4 \text{ m/s}$  et  $T = 50 \text{ }^\circ\text{C}$

## 9. CONCLUSION

Lorsque le séchage est effectué avec des moyens techniques, il nécessite de la chaleur et de l'énergie dans des proportions qui dépendent de la teneur en humidité, du système de séchage utilisé, de la température de séchage et des caractéristiques spécifiques du produit agricole concerné, en particulier la résistance à l'air opposée par le produit à sécher (épaisseur de la couche superficielle, dimensions du produit, vitesse de l'air).

En effet, cela constitue une base de travail nécessaire pour une réalisation d'un variateur de vitesse d'un moteur à courant continu destiné au séchoir solaire. Pour faire varier la vitesse d'un moteur CC on peut faire varier la tension d'alimentation à ses bornes, mais dans ce cas une partie importante de l'énergie est consommée par le dispositif d'alimentation, de régulation de la vitesse d'un moteur à courant continu à aimant permanent, les tâches de la carte de commande MLI et la carte de puissance IGBT. Les limites de ce variateur de vitesse dissipateur nécessaire pour moteurs de plus de quelques Watts et un contrôle pas très précis de la vitesse de rotation du moteur et pas de protection contre les courts-circuits en sortie.

## REFERENCES

- [1] N. Tiouti et H. Kadri, '*Variation de la Vitesse d'un Moteur à Courant Continu*', Projet de Fin d'Etude, Université de Béchar, 2009.
- [2] M. Bahatou et F. Miloudi, '*Réglage de la Vitesse d'un Moteur à Courant Continu*', Projet de Fin d'Etude, Université de Béchar, 2007.
- [3] A. Ahmed-Zaïd, A. Moulla, M.S. Hantala et J.Y. Desmons, '*Amélioration des Performances des Capteurs Solaires Plans à Air: Application au Séchage de l'Oignon Jaune et du Hareng*', Revue des Energies Renouvelables Vol. 4, pp. 69 - 78, 2001.
- [4] L.F. Andriazafimahazo, A. Rakotomahevitra, B. Ramamonjisoa et B. Zeghmati, '*Modélisation de la Vitesse de Séchage du Maïs*', Afrique Science, Vol. 5, N°2, pp. 173 - 183, 2009.
- [5] J.J. Chatein, '*Machines Electriques, Traité d'Electricité*', Vol. V, EPFL, Lausanne, Suisse, 1991.
- [6] G. Grellet et G. Clerc, '*Actionneurs Electriques, Principes, Modèles, Commande*', Edition Eyrolles.

- [7] T. Wildey, '*Electrotechnique*', 3<sup>ème</sup> Edition, 1999.
- [8] P.C. Krause, O. Oasynczuk and S. Sudhof, '*Analysis of Electric Machinery and Drive Systems*', 2<sup>ème</sup> Edition, IEEE press, 1995.
- [9] M.A. El-Sharkawi, '*Fundamentals of Electric Drives*', 2000.
- [10] R. Krishnan, '*Electric Motor Drive, Modeling, Analysis and Control*', Printice Hall, 2001.
- [11] B. Bouricha et S. Belmadani, '*Comparaison de Différentes Commandes de la Vitesse de la Machine à Courant Continu*', Projet de Fin d'Etude, Université de Béchar, 2009.
- [12] F. Tedj, '*Etude de la Variation de Vitesse de la Machine à Courant Continu*', Projet de Fin d'Etude Licence, Université de Béchar, 2009.