



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

Royaume du Maroc



Académie Hassan II

MADEV 17

Rabat, Maroc, 16-19 octobre 2017

Posters de la session *Mathématiques appliquées et énergie*

I. Abdenmour, M. Ouardouz & S. Bernoussi - *Modélisation d'un module photovoltaïque : approche par Automate Cellulaire*

I. Hadj Baraka, O. Aiadi, S. Bernoussi & M. Ouardouz - *Modélisation et contrôle de la machine synchrone : application en mobilité électrique.*



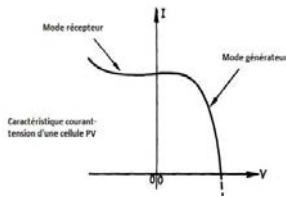


Modélisation d'un module photovoltaïque : approche par automate cellulaire

Abdenour Iliasse¹, Ouardouz Mustapha¹, Bernoussi Abdes-samed²
 1 MMC, 2 GAT, Faculté des Sciences et Technique de Tanger, Maroc
 iliaseabdenour@gmail.com, ouardouz@gmail.com, a.samed.bernoussi@gmail.com



Introduction



Objectifs

- Modéliser les caractéristiques électriques des cellules PV (courant, tension)
- Modéliser l'évolution de la température dans la cellule PV
- Modéliser et localiser les zones de hot-spot dans les cellules photovoltaïques ombragées

Rappel sur les automates cellulaires

Un automate cellulaire est défini par la donnée d'un quadruplet $A = (T, N, \mathcal{E}, f)$ plus les condition initiales et les condition aux bords

- T : treillis
- N : voisinage
- \mathcal{E} : ensemble des états des cellules
- f : fonction de transition d'état

Approche du problème

Présentation de l'AC :

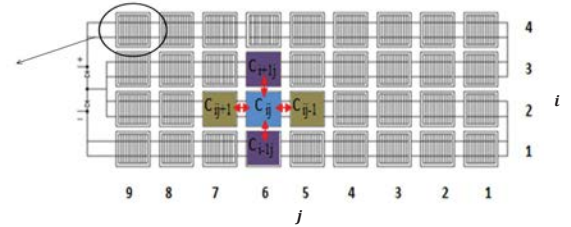
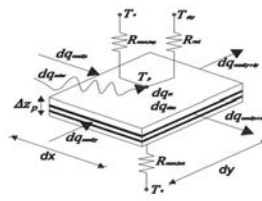


Figure 1: Espace cellulaire et voisinage d'automate cellulaire considéré dans l'approche

- $T = C_{ij}, 0 \leq i \leq N_i, 0 \leq j \leq N_c$
- $N(C_{ij}) = \{C_{ij} \in \mathcal{V}, |k-1| + |l-j| \leq 1\}$
- $\mathcal{E} = \{1, 2, 3\}$
- $f = q_{solar}^{[t]} \oplus q_{con}^{[t]} \oplus q_{rad}^{[t]} \oplus q_{ele}^{[t]}$
- Etat 1 : cellule fonctionne en **mode générateur**
- Etat 2 : cellule fonctionne en **mode récepteur**
- Etat 3 : cellule sous le **point chaud**
- condition initial $T^{t=0}(i, j) = T_a$
- condition aux bord $-K_p \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=0} = -K_p \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=L} = 0$

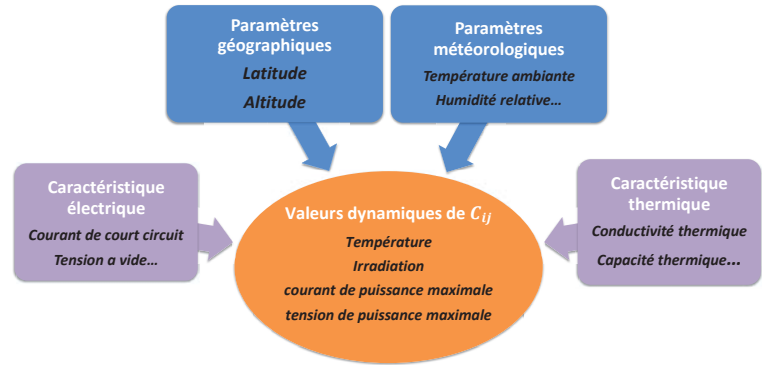


Figure 2: Caractéristiques des cellules

Résultats

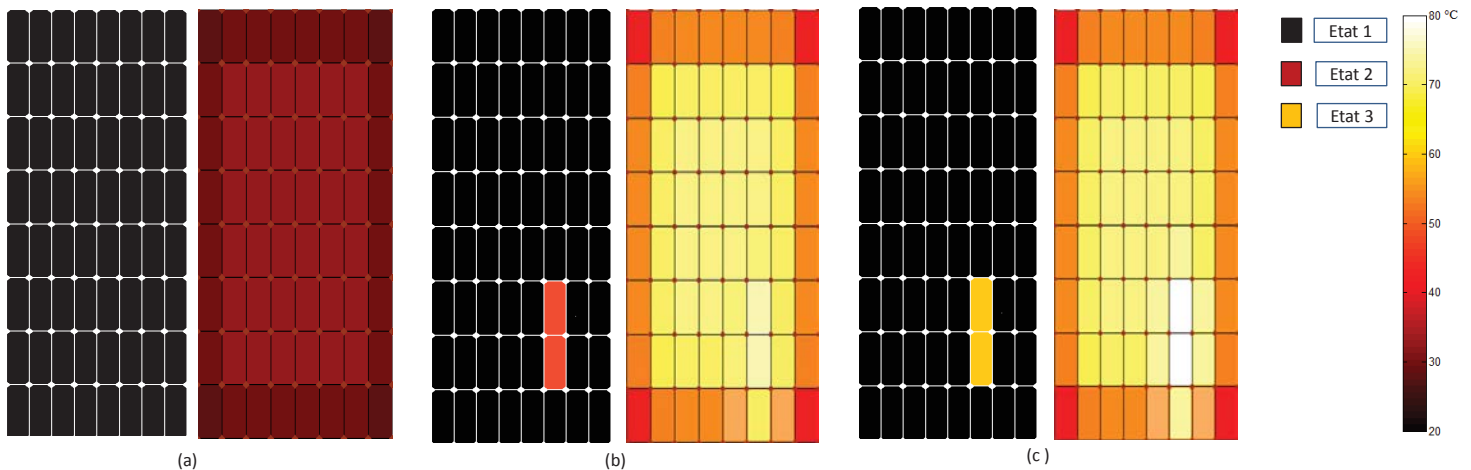


Figure 3: Evolution de l'état des cellules avec leur température lorsque : (a) pas d'ombrage durant l'horizon de temps; (b) un ombrage partiel est créé par un objet dans les cellules C_{66} et C_{76} à l'instant $t = 20$ min; (c) après le cas (b)

Conclusion

- Modèle 2D de transfert thermique du panneau solaire
- Modélisation des caractéristiques électriques des cellules PV
- Détection des zones de hot-spot

Perspectives

- Validation du modèle
- Application à d'autres types de cellules PV

Contexte



- Limitation des ressources fossiles,
- Production de l'énergie de sources renouvelables en progression, d'ici 2030, le parc national de production d'électricité d'origine renouvelable passera à 52 % de la capacité électrique totale installée,
- Le transport est un grand consommateur d'énergie,
- Marché des voitures électriques en pleine expansion : 500 000 véhicules électriques en 2014, contre 2,7 millions de véhicules prévues en 2018.

Motivation

- Plate-forme expérimentale de voiture électrique et voiture solaire
- Modélisation en vue de commande des actionneurs électriques, principalement la machine synchrone (moteur-roue).



Figure 1 : Voiture solaire conçue et réalisée à la FST de Tanger

Formulation

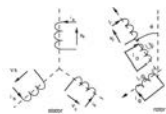


Figure 3 : Schéma du modèle électrique du moteur

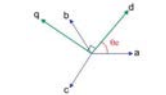


Figure 4 : Repère fixe - Repère tournant

Les équations électriques de la machine dans le repère tournant (en utilisant la Transformée de Park) :

$$u_{dq0}(t) = R_s i_{dq0}(t) + \frac{d}{dt} \psi_{dq0}(t) + p \omega_m \psi'_{dq0}(t)$$

$$\frac{di_d}{dt} = \frac{1}{L_d} u_d - \frac{R_s}{L_d} i_d - p \omega_m \frac{L_q}{L_d} i_q$$

$$\frac{di_q}{dt} = \frac{1}{L_q} u_q - \frac{R_s}{L_q} i_q + p \omega_m \frac{L_d}{L_q} i_d + p \omega_m \psi_{pm}$$

Simulation et résultats

- Le modèle mathématique de la machine est simulé sous l'environnement Matlab/Simulink®

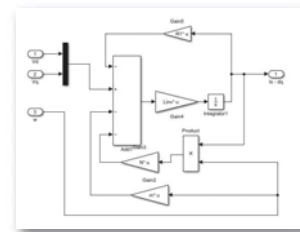
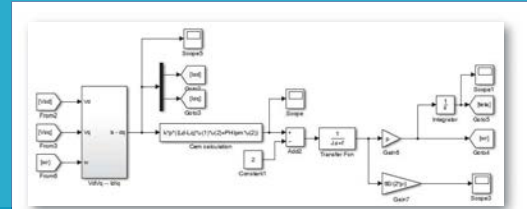


Figure 5 : Calcul de i_d et i_q , puis calcul du couple et la vitesse

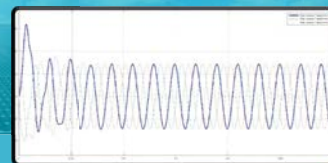


Figure 6 : Courants statoriques

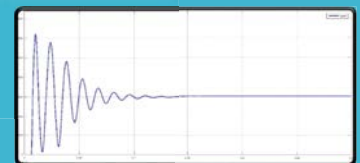


Figure 7 : Vitesse en tr/min

Conclusion et perspectives

Le modèle est validé par la simulation sous l'environnement Matlab/Simulink®. Il peut être amélioré pour prendre en compte la saturation.

Comme perspectives :

- Implémentation de la commande de la machine synchrone dans la DSP,
- Amélioration des algorithmes de commande.



DSP



Onduleur



Moteur