

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

UNIVERSITE KASDI MERBAH-Ouargla

Faculté des nouvelles technologies de l'informatique et de communication

Département d'électronique et communication



Domaine : Electronique

Spécialité : Automatique

MEMOIRE MASTER ACADEMIQUE

Présenté par :

Sedrati youcef et Nouar hatem

Thème:

Implémentation de l'algorithme P&O pour un système photovoltaïque

Soutenu publiquement

le: 29/05/2016

Devant le jury :

M. A. MEHAOUCHI	MAA	Président	UKM Ouargla
M. N. MELHEGUEG	MAA	Encadreur/rapporteur	UKM Ouargla
M. M. BOUZIDI	MAA	Examineur	UKM Ouargla
M. A. AOUF	MAA	Examineur	UKM Ouargla

Année universitaire: 2015/2016

Remerciements

*Avant tout, nous remercions ALLAH, le tout puissant, de nous a
donné le courage et la volonté pour accomplir ce travail*

Nous tenons à remercier notre encadreur Nacer Melhegueg

*D'avoir posé un sujet très intéressant et pour leur conseils, leur
disponibilité et pour nous avoir fait profiter de leur connaissances et de
leur qualité tant professionnelle qu'humaine.*

Je tiens également à exprimer mes sincères remerciements à M.taïbi

Djmel pour leurs conseils et leur générosité

*Sans oublier les parents pour leur Daâouat qui ont guidé toutes nos vies
aussi Nous remercions une pensée toute personne qui a contribué en
quelque sorte à notre formation et la mise en œuvre de cette
spécification, il est ici pour exprimer notre extrême gratitude.*

*Un grand remerciement à tous les enseignants de l'Université de
KasdiMerbah spécialement du département d'électronique de leurs
disponibilités et leurs gentillesse.*

Une dédicace toute spéciale à A nos amies et collègues de l'Université

Kasdi Merbah.

MERCI

Sommaire

Titre	Page
Sommaire	I
Liste des figures	III
Liste des tableaux	IV
Liste des symboles	V
Liste des abréviations	VI
Introduction générale	1
Chapitre I: Généralité sur les générateurs photovoltaïque	
I.1. Introduction	3
I.2. Effet photovoltaïque	3
I.3- cellule photovoltaïque	4
I.4-Diffèrent paramètres de la cellule photovoltaïque	4
I.5- Avantages et Inconvénients	6
I.5.1- Avantages	6
I.5.2- Inconvénients	6
I.6-Modélisation d'une cellule photovoltaïque	6
I.7-Différents modèles électriques de la cellule photovoltaïque	7
1.7.1-Modèle à Quatre paramètres (4p)	7
I.8-Résolution de l'équation caractéristique $I(v)$	8
I.9- Conclusion	8
Chapitre II : Les algorithmes MPPT	
II.1- Introduction	9
II.2- Différent Algorithmes de MPPT	9
II.2.1-Méthode de perturbation et d'observation	9
II.2.2- Algorithme d'incrément de la conductance	11
II.2.3- Algorithme à base de la logique floue	12
II.2.4- Algorithme à base de la mesure d'une fraction de la tension V_{oc}	14

II.2.5- Algorithme à Base de la Mesure d'une Fraction du Courant Icc	15
II.3- Conclusion	16
Chapitre III : Simulation et Réalisation de Système	
III.1- Introduction	17
III.2-partie software (simulation)	17
III.2.1- Outil de développement	17
III.2.2-Simulation et résultat sous Matlab/ Simulink	20
III.2.2.1-Simulation du générateur PV	21
III.2.2.2- Simulation du bloc mppt (P&O)	22
III.2.3.2-Génération verilog code de l'algorithme P& O pour FPGA	24
III.3-partie Hardware	24
III.3.1- Kit FPGAs	24
III.3.2- Programme de test du convertisseur analogique numérique	26
III.3.3- Programme Verilog pour PWM	30
III.4- Conclusion	32
Conclusion générale	33
Bibliographie	34
Annexe	IX

Listes des figures

Figure	Titre	Page
1.1	La transformation de l'énergie solaire en énergie électrique	4
1.2	Modèle à 4 paramètres	7
2.1	la courbe de puissance-Tension de panneau solaire	
2.2	Organigramme de la méthode de perturbation et d'observation	10
2.3	Organigramme de la méthode de d'incrémentacion de la conductance	12
2.4	Schéma bloc de l'algorithme à base de la logique floue	13
2.5	Degré d'appartenance des variables	13
2.6	Organigramme de l'algorithme FCO	15
2.7	Organigramme de l'algorithme FCC	16
3.1	Bibliothèque SIMULINK	18
3.2	Environnement ISE Xilinx 7.1i	19
3.3	Description d'un système photovoltaïque avec convertisseur (ADC0809) contrôlé par la commande (P/O) et alimentée avec une charge.	20
3.4	model d'un générateur photovoltaïque	21
3.5	Simulation du caractéristique Courant-Tension de panneau solaire	21
3.6	Schéma de système en MATLAB-SIMULINK	22
3.7	schéma bloc de la méthode P/O en MATLAB-SIMULINK	22
3.8	Résultat de a commande P/O (Duty)	23
3.9	Schéma bloc de signal de la commande	23
3.10	Résultat de signal de commande (PWM)	23
3.11	physionomie d'un FPGA	25
3.12	KIT MDA ASIC2 XILINX FPGA	25
3.13	Schéma bloc partie convertisseur	26
3.14	Schéma électrique Convertisseur-FPGA	27
3.15	Fenêtre d'édition, synthèse, Compilation du programme	28
3.16	Fenêtre de chargement de programme	28
3.17	Test de programme	29

3.18	Schéma bloc PWM	30
3.19	L'implémentation sur FPGA	30
3.20	Variation du signal PWM	31

Listes des tableaux

Tableau	Titre	Page
2.1	Tableau d'inférence	14

Liste des symboles

Ψ : La latitude

l : La longitude

δ : La déclinaison

G : L'irradiation solaire en (W/m^2)

I : Le courant en (A)

V : La tension en (V)

I_{cc} : Le courant de court-circuit en (A)

V_{co} : La tension de circuit ouvert en(V)

γ : (NCS) le facteur de qualité de diode

I_{ph} : Courant photonique

I_d : Courant de diode

R_S : La résistance en série

R_{sh} : La résistance shunt

I_0 : Courant inverse de saturation de diode

I_{ph_ref} : Le courant photonique sous condition de référence [A]

μ_{cc} : Coefficient de sensibilité de l'intensité à la température [A/K]

G, G_{ref} : L'éclairement réels et à la condition de référence [W/m^2]

T_c, T_{c_ref} : La température de cellule, réelle et à la condition de référence

q : La constant de charge d'électron $1.620 \cdot 10^{-23} \text{C}$

$K = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{J/K}$ constant de Boltzmann

Liste des abréviations

NCS: Nombre des cellules en série

MPPT: Maximum Power Point Tracking

P&O: Perturbation et Observation

FPGA: Field-Programmable Gate Array

ADC: Convertisseur Analogique Numérique

VHDL: Hardware Description Language

ASIC: Application-Specific Integrated Circuits

PWM: Pulse-Width Modulation

Introduction générale

La consommation d'énergie est augmentée car le développement des sociétés industrialisées; nos besoins de plus en plus d'énergies pour mener à bien leur développement. De nos jours, une grande partie de la production mondiale d'énergie est assurée à partir de sources fossiles (le pétrole, le gaz, le charbon). La consommation de ces sources effectuée au lieu par la pollution et en plus de ça ce sont des énergies à ressource limitée.

La source d'énergie la plus efficace et inoffensive est probablement l'énergie solaire. Pour de nombreuses applications, il est donc techniquement simple à utiliser. L'utilisation de l'énergie solaire au lieu de la combustion de carburant, en particulier pour simple application comme le chauffage à basse et moyenne température eau, peut réduire la charge sur l'environnement. Alors le système de production PV est considéré comme une source propre et respectueuse de l'environnement de l'énergie.

L'installation de photovoltaïque (PV) se développe rapidement malgré tout, les systèmes de génération de PV ont deux problèmes majeurs qui sont liés à une faible efficacité de conversion d'environ 9% à 12% notamment dans les conditions d'irradiation à faible et que la quantité d'énergie électrique générée par des panneaux photovoltaïques varie de façon continue avec des conditions météorologiques [1].

A partir de ça on a étudiée dans ce mémoire l'énergie solaire photovoltaïque pour maximiser la puissance produite par des panneaux solaires, un contrôleur utilisé pour suivre le point de puissance maximale des systèmes PV. Notre objectif de faire une Implémentation de l'algorithme P&O (perturbation et Observation) pour un système PV.

Pour bien comprendre ce phénomène, nous avons présenté est organisé dans ce mémoire trois chapitres :

Au premier chapitre, on s'intéresse à la description générale sur le phénomène photovoltaïque et le principe de générateur photovoltaïque, effet PV, cellule PV et les paramètres des cellules PV, les avantages et les inconvénients de l'énergie photovoltaïque. Et finalement on a représenté la modélisation du module photovoltaïque et les différents circuits électriques équivalents et ses caractéristiques.

Le deuxième chapitre représenté les différents algorithmes de commande MPPT les plus utilisées. Dans le troisième chapitre on va simuler l'algorithme P/O sous simulink/MATLAB

et puis transférer cette simulation en langage Verilog utilisant HDL Coder pour l'implémentation dans un circuit programmable (FPGA). Et on va définir quelques notions sur les FPGAs et le convertisseur ADC 0809 et bien sur le langage verilog, finalement on a présenté les résultats et les courbes obtenues par le logiciel Xilinx FPGA (MDA-ASIC2). Enfin, on terminera par une conclusion générale discutant les résultats obtenus et les perspectives à entreprendre dans les futurs travaux.

I.1. Introduction

Le soleil est une source énergétique quasiment illimitée, il pourrait couvrir plusieurs milliers de fois notre consommation globale d'énergie.

C'est pourquoi, l'homme cherche depuis longtemps à mettre à profit cette énergie importante, il est arrivé à réaliser ce but par le moyen dit cellule photovoltaïque.

Aujourd'hui, grâce à sa fiabilité et à son concept respectueux de l'environnement, le photovoltaïque prend une place prépondérante.

Pour bien comprendre ce phénomène, nous avons rappelé dans ce chapitre quelques notions de base sur l'effet photovoltaïque, Le principe de la cellule photovoltaïque et leurs différentes modèles.

I.2. Effet photovoltaïque

Le terme « photovoltaïque » vient du Grec et qui signifie Lumière, il est composé de deux parties: « photos » (lumière) et du nom de famille du physicien italien (Alessandro Volta) qui inventa la pile électrique en 1800 et donna son nom à l'unité de mesure de la tension électrique, le volt [2].

Lorsqu'un matériau semi-conducteur est exposé à la lumière du soleil, les atomes exposés au rayonnement sont "bombardés" par les photons constituant la lumière; sous l'action de ce bombardement, les électrons des couches électroniques supérieures (appelés électrons des couches de valence) ont tendance à être "arrachés":

Si l'électron revient à son état initial, l'agitation de l'électron se traduit par un échauffement du matériau. L'énergie cinétique du photon est transformée en énergie thermique.

Par contre, dans les cellules photovoltaïques, une partie des électrons ne revient pas à son état initial. Les électrons "arrachés" créent une tension électrique continue faible. Une partie de l'énergie cinétique des photons est ainsi directement transformée en énergie électrique: c'est l'effet photovoltaïque [2].

L'effet photovoltaïque constitue la conversion directe de l'énergie du rayonnement solaire en énergie électrique au moyen de cellules généralement à base de silicium. Pour obtenir une puissance suffisante, les cellules sont reliées entre elles et constituent le module solaire (figure 1.1).

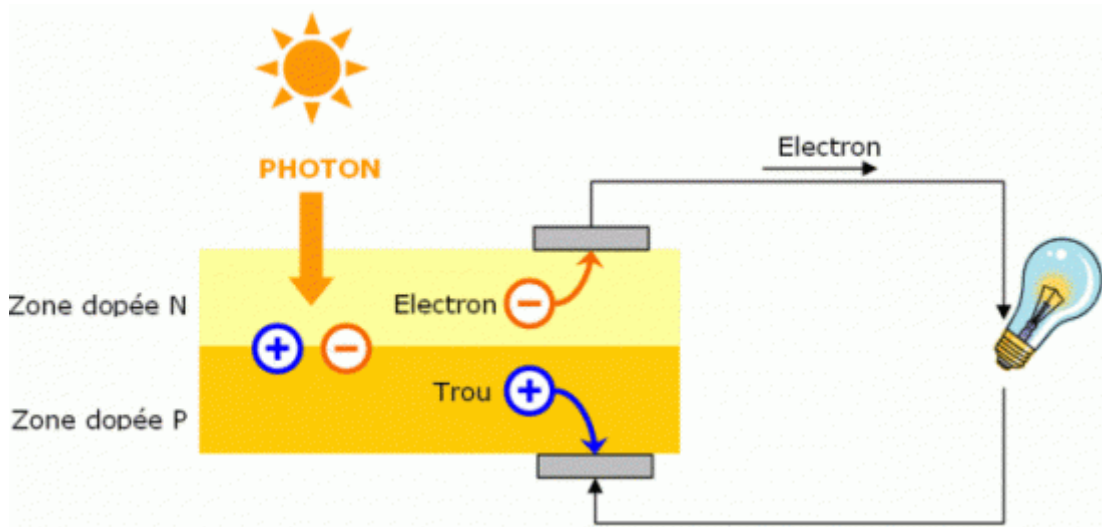


Figure (1.1): La transformation de l'énergie solaire en énergie électrique

I.3- Cellule photovoltaïque

Les cellules photovoltaïques sont des composants optoélectroniques qui transforment directement la lumière solaire en électricité par un processus appelé « effet photovoltaïque », a été découverte par E. Becquerel en 1839. Elles sont réalisées à l'aide de matériaux semi-conducteurs, c'est à dire ayant des propriétés intermédiaires entre les conducteurs et les isolants, à partir de ca il y a plusieurs types des cellules photovoltaïques [3]. Il existe plusieurs types des cellules photovoltaïques, on peut citer :

- Cellules monocristallines.
- Cellules poly-cristallines.
- Cellules amorphes.
- Cellules nanocristallines.

I.4-Modélisation d'une cellule photovoltaïque

L'objectif est de trouver un modèle simple et adaptable avec différents modules des constructeurs. Ce modèle doit être modélisé de telle façon que tous les paramètres sont facilement calculés et en évitant le plus possible les équations complexes.

Pour développer un circuit équivalent précis pour une cellule PV, il est nécessaire de comprendre la configuration physique des éléments de la cellule aussi bien que les caractéristiques électriques de chaque élément. Selon cette philosophie plusieurs modèles électriques dans la littérature ont été développés, dont le but est l'obtention d'une caractéristique

I(V) plus performants et pratique. Ces modèles sont différents entre eux par la procédure et le nombre de paramètres pris en compte.

1.5-Différents modèles électriques de la cellule photovoltaïque

Il existe plusieurs modèles pour modéliser une cellule photovoltaïque, on peut citer

- Modèle à sept paramètres (7p)
- Modèle à six paramètres (6p)
- Modèle à cinq paramètres (5p)
- Modèle à quatre paramètres (4p)
- Modèle à trois paramètres (3p)

Le modèle le plus utilisé est le modèle à quatre paramètres.

1.5.1-Modèle à Quatre paramètres (4p)

Le modèle à quatre paramètres est un modèle largement utilisé, Ce modèle traite la cellule photovoltaïque comme une source de courant, dépendante de l'éclairement, connectée en parallèle avec une diode et en série avec une résistance série.

Les quatre paramètres apparaissant dans l'équation de la caractéristique I(V) sont le courant photonique I_{ph} (équation (1.1)), la résistance série R_s , le courant de diode I_D et la tension de sortie V . Ces paramètres ne sont pas des quantités mesurables et ne sont pas généralement inclus dans les données des fabricants. Par conséquent, ils doivent être déterminés à partir des systèmes des équations I (V) pour différents points de fonctionnement (donnés par les fabricants) [8].

La figure électrique équivalente de la cellule PV pour ce modèle est représentée sur la figure (1.2):

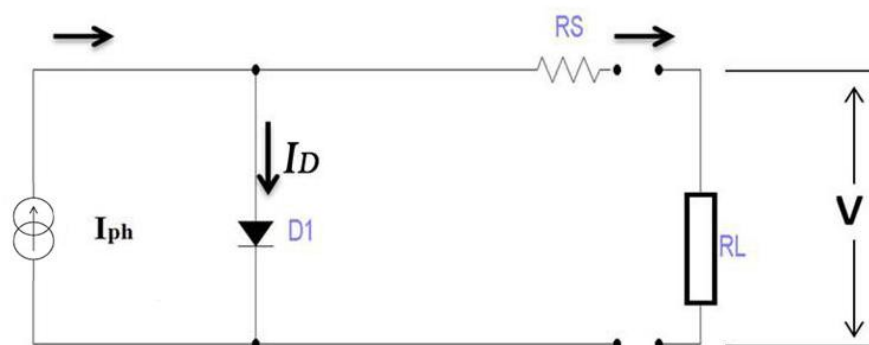


Figure (1.2): Modèle à 4 paramètres

Les paramètres de circuit sont :

$$I_{PV} = I_{ph} - I_D \quad (1.1)$$

$$I_D = I_0 \left(\exp \left(\frac{q}{\gamma k T_C} \times (V + I R_s) \right) - 1 \right) \quad (1.2)$$

Où I_{PV} : courant de panneau solaire,

I_{ph} : courant photonique,

I_D : courant de diode,

I_0 : courant inverse de saturation

$$q = 1.620 \cdot 10^{-23} \text{ C}$$

γ : facteur de qualité de diode

$K = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ constant de Boltzmann

T_c : température de cellule

V : tension de sortie

I_{Rs} : le courant de sortie

Le remplacement de (1.1) dans (1.2) nous obtenons l'expression du courant électrique produit par la cellule:

$$I = \left[I_{ph} - I_0 \left(\exp \left(\frac{q}{\gamma k T_C} \times (V + I R_s) \right) - 1 \right) \right] \quad (1.3)$$

I.6-Résolution de l'équation caractéristique I(v)

Le circuit équivalent d'une cellule photovoltaïque c'est le modèle de 4 paramètres est donné un courant de sortie est donné par l'équation (1.4) [7]:

$$I_{pv(i+1)} = I_{pv(i)} - \frac{I_{cc} - I_{pv(i)} - I_0 \left(\exp \left(\frac{(V_{pv} + I_{pv(i)} \cdot R_s)}{V_{t,n}} \right) - 1 \right)}{-1 - I_0 \left(\frac{R_s}{V_t} \right) \left(\exp \left(\frac{(V_{pv} + I_{pv(i)} \cdot R_s)}{V_{t,n}} \right) \right)} \quad (1.4)$$

I_{pv} : le courant de panneau solaire ; I_{cc} : courant de court circuit ; I_0 = courant inverse de saturation ; V_{pv} : tension de panneau solaire

I.7-Différent paramètres de la cellule photovoltaïque

Considérons la caractéristique courant-tension de la cellule photovoltaïque en peut définir Les différents paramètres caractéristiques de la cellule est ce sont les suivants [4]:

➤ **Tension de circuit-ouvert (V_{co})**

C'est la tension V_{co} pour laquelle le courant débité par le générateur photovoltaïque est nul (c'est la tension maximale d'une photopile ou d'un générateur photovoltaïque).

$$V_{co} = \frac{KT}{q} \ln \left[\frac{I_{cc}}{I_s} - 1 \right] \quad (1.5)$$

Où : $K= 1.38.10^{-23}J/K$; $T=$ La température de cellule; $q= 1.620.10^{-23}C$; I_{cc} : courant de court circuit ; I_s : courant de sortie

I_{cc} : courant de court-circuit, courant lorsque $V_{pv}=0$.

➤ **Courant de court-circuit (I_{cc})**

C'est le courant pour lequel la tension aux bornes de la cellule ou du générateur PV est nulle. Dans le cas idéal (R_s nulle et R_{sh} infinie), ce courant se confond avec le photo-courant I_{ph} dans le cas contraire.

➤ **Facteur de forme (FF)**

La puissance fournie au circuit extérieure par une cellule photovoltaïque sous éclairément dépend de la résistance de charge (résistance externe placée aux bornes de la cellule). Cette puissance est maximale pour un point de fonctionnement P_p (I_p et V_p) de la courbe courant-tension. Le facteur de forme est le rapport de la puissance maximale et le produit de la tension de circuit ouvert et le courant de court circuit. Il détermine la qualité électrique de la cellule [5].

$$FF = \frac{P_m}{V_{co} \cdot I_{cc}} = \frac{V_m \cdot I_m}{V_{co} \cdot I_{cc}} \quad (1.6)$$

Où P_m est la puissance maximal, V_m est la tension où la puissance est maximale, I_m est le courant où la puissance est maximale, V_{co} est la tension de circuit ouvert et I_{cc} est le courant de court circuit

➤ **Rendement de conversion, (η)**

Le rendement η de la cellule solaire exprimé en pourcentage, désigne le rendement de conversion en puissance. Il est défini comme étant le rapport entre la puissance maximale délivrée par la cellule et la puissance lumineuse incidente P_{inc} .

$$\eta(\%) = \frac{P_{max}}{P_{inc}} * 100 \quad \% \quad (1.7)$$

P_{max} : puissance maximal ; **P_{inc}** : la puissance lumineuse incidente

I.8- Avantages et Inconvénients

I.8.1- Avantages

La technologie photovoltaïque présente un grand nombre d'avantages. D'abord, une haute fiabilité- elle ne comporte pas de pièces mobiles - qui la rendre particulièrement appropriée aux régions isolées. C'est la raison de son utilisation sur les engins spatiaux [6]. Ensuite, le caractère modulaire des panneaux photovoltaïques permet un montage simple et adaptable à des besoins énergétiques divers. Les systèmes peuvent être dimensionnés pour des applications de puissances allant du milliwatt au Mégawatt [4].

Leurs coûts de fonctionnement sont très faibles vu les entre tiens réduits et ils ne nécessitent ni combustible, ni transport, ni personnel hautement spécialisé.

Enfin, la technologie photovoltaïque présente des qualités sur le plan écologique car le produit fini est non polluant, silencieux et n'entraîne aucune perturbation du milieu, si ce n'est par l'occupation de l'espace pour les installations de grandes dimensions.

I.8.2- Inconvénients

Le système photovoltaïque présente toutefois des inconvénients. La fabrication du module photovoltaïque relève du haut technologique être quiet des investissements d'un coût élevé.

Le rendement réel de conversion d'un module est faible (la limite théorique pour une cellule au silicium cristallin est de 28%) [2].

Les générateurs photovoltaïques ne sont compétitifs par rapport aux générateurs Diesel que pour des faibles demandes d'énergie en région isolée.

Enfin, lorsque le stockage de l'énergie électrique sous forme chimique (batterie) est nécessaire, le coût du générateur photovoltaïque est accru. Les fiabilités les performances du système restent cependant équivalentes pour autant que la batterie et les composants de régulations associés soient judicieusement choisis.

I.9- Conclusion

Dans ce chapitre, nous donnons quelques notions sur l'effet photovoltaïque et on a présenté le principe de fonctionnement des cellules photovoltaïques et leurs différents modèles ce qui permet d'introduire à la modélisation des cellules photovoltaïques.

II.1- Introduction

Les cellules photovoltaïques sont utilisées pour fournir de l'énergie dans de nombreuses applications électriques. Pour obtenir la puissance maximale du panneau solaire, un suiveur de point de puissance maximum « Maximum Power Point Tracking » est la définition du mot (MPPT), et cette dernière est une commande essentielle pour le fonctionnement optimal du système photovoltaïque. Le principe de cette commande basé sur la variation automatique du rapport cyclique α en l'amenant à la valeur optimale de manière à maximiser la puissance délivrée par le panneau PV. Pour cette raison, on va présenter dans ce chapitre les différents algorithmes de commande MPPT les plus populaires.

II.2- Différents Algorithmes de MPPT

II.2.1-Méthode de perturbation et d'observation

La méthode de perturbation et observation (P&O) est une approche largement répandue dans la recherche de MPPT, parce qu'elle est simple et exige seulement des mesures de tension et de courant du PV, V_{PV} et I_{PV} respectivement, elle peut dépister le point maximum de puissance même lors des variations de l'éclairement et la température. Le principe de cet algorithme est d'effectuer une perturbation sur la tension et le courant du panneau PV, suite on a calculé la puissance fournie par ce panneau PV à l'instant k $P_{pv}(k)$, puis on la compare à la précédente instant $P_{pv}(k-1)$ [9][10].

En va avoir par suivant le figure (2.1) que représente la puissance fournie par ce panneau PV par rapport la tension du module.

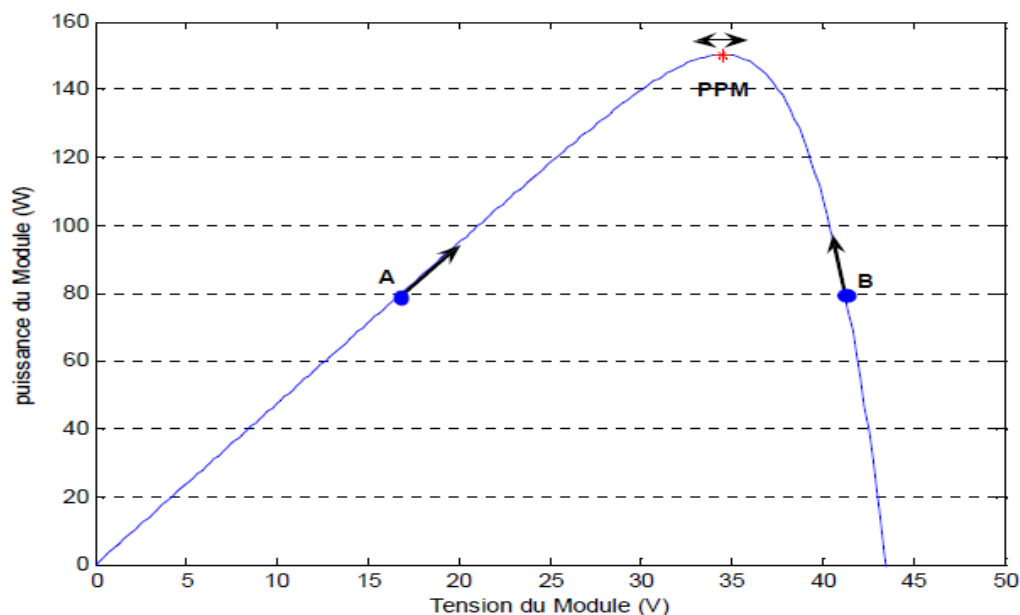


Figure (2.1): la courbe de puissance-Tension de panneau solaire

Si la puissance de sortie a augmenté, V_{pv} est ajustée dans la même direction que dans l'instant précédent. Si la puissance de sortie a diminué, V_{pv} est ajustée dans la direction opposée que dans le cycle précédent.

Lorsque le point de puissance maximale est atteint, V_{pv} oscille autour de la valeur optimale V_{op} . Ceci cause une perte de puissance qui augmente avec le pas de l'incrément de la perturbation. On cas du le pas d'incrément est grande, l'algorithme du MPPT répond rapidement aux changements soudains des conditions de fonctionnement.

D'un autre côté si le pas est petit, les pertes lors des conditions de changements atmosphériques lents ou stables, seront inférieures mais le système ne pourra pas répondre rapidement aux changements rapides de la température ou de l'éclairement. Le pas idéal est déterminé expérimentalement en fonction des besoins [9].

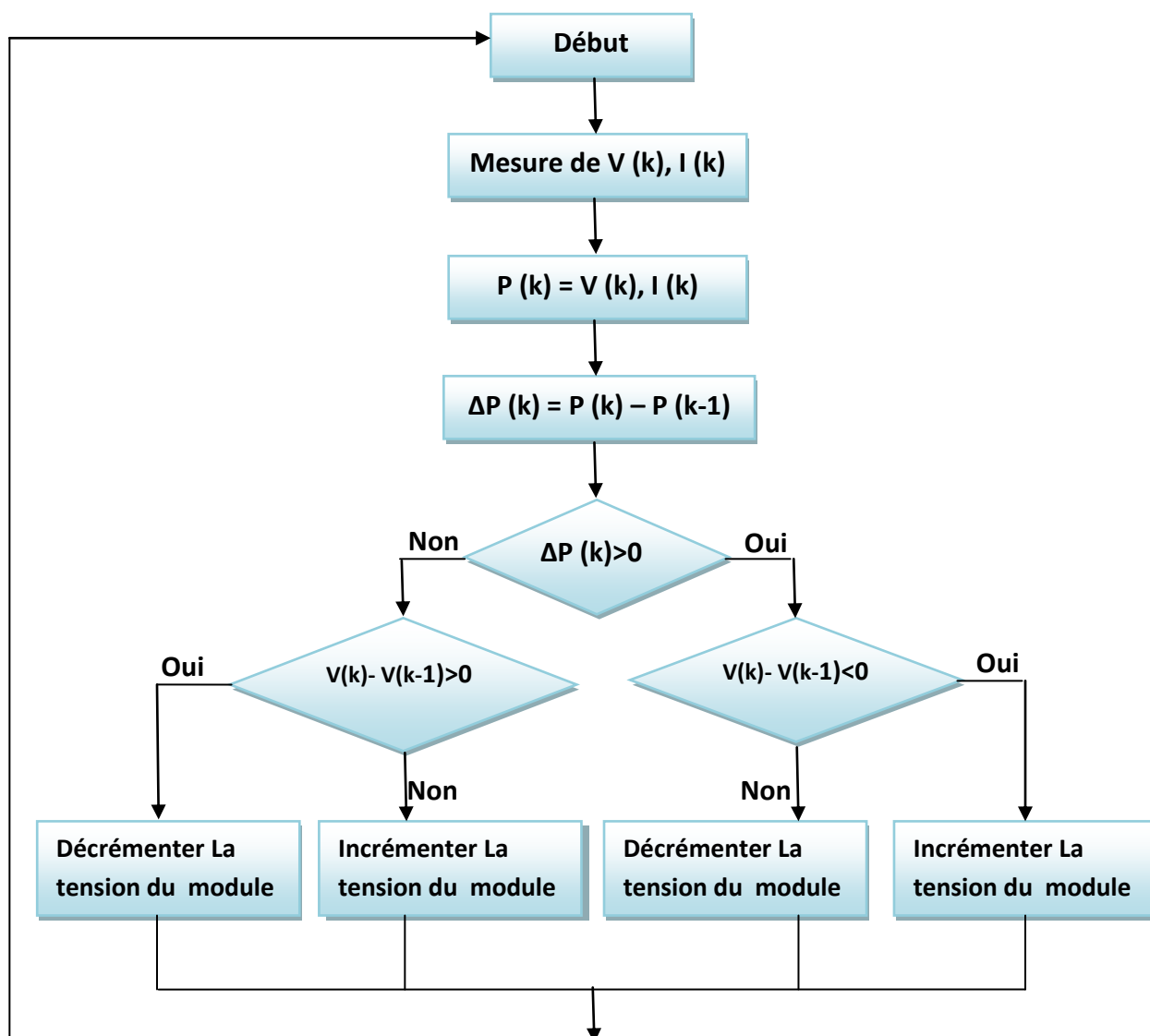


Figure (2.2): Organigramme de la méthode de perturbation et d'observation

Si une augmentation de l'ensoleillement, on aura donc une augmentation à la puissance du panneau. L'algorithme précédent réagit comme si cette augmentation est produite par l'effet de perturbation précédente, alors il continue dans la même direction qui est une mauvaise direction, ce qui l'éloigne du vrai point de puissance maximale. Ceci cause un retard de réponse lors des changements soudains de fonctionnement et des pertes de puissance. Pour remédier à l'inconvénient majeur de la déviation de cette méthode lors de la recherche du MPP durant l'augmentation rapide des niveaux d'insolation, une version améliorée de cet algorithme est proposée, où on introduit une nouvelle condition dans la

branche « Oui » de condition $\Delta P(k) > 0$ dans la structure de l'organigramme de l'algorithme de P&O.

II.2.2- Algorithme d'incrémentation de la conductance

L'algorithme d'incrémentation de la conductance est basé sur le fait que le point de puissance maximale (MPP) n'est atteint que si est nulle. Les caractéristiques du module photovoltaïque sur prouvent plus loin que la dérivée est supérieure à zéro à gauche du MPP et inférieure à zéro à droite du MPP. Ceci mène à l'ensemble d'équations suivant [11] :

$$\frac{dp}{dt} = 0 \quad \text{Pour } V=V_{mp} \quad (2.1)$$

$$\frac{dp}{dt} > 0 \quad \text{Pour } V < V_{mp} \quad (2.2)$$

$$\frac{dp}{dt} < 0 \quad \text{Pour } V > V_{mp} \quad (2.3)$$

Sachant que $P=V \times I$, et la dérivée du produit par rapport à la tension donne la relation suivante:

$$\frac{dP}{dV} = \frac{d(V \times I)}{dV} = I \times \frac{dV}{dI} + V \times \frac{dI}{dV} = I + V \times \frac{dI}{dV} = 0 \quad (2.4)$$

Ce qui revient à écrire:

$$\frac{dI}{dV} = -\frac{I}{V} = R \quad (2.5)$$

Les changements par accroissement nécessaires dV et dI sont obtenus en comparant les valeurs mesurées les plus récentes pour V et I à ceux mesurées durant le cycle précédent :

$$\Delta V (K) \approx V (K) - V (K-1) \quad (2.6)$$

$$\Delta I (K) \approx I (K) - I (K-1) \quad (2.7)$$

La fonction centrale pour trouver le MPPT utilise les conditions suivantes :

$$\frac{dI}{dV} = -\frac{I}{V} \quad (2.8)$$

$$\frac{dI}{dV} > -\frac{I}{V} \quad (2.9)$$

Si la relation (2.8) est vraie, le MPP est atteint et aucun changement de la tension $V(k)$ n'est nécessaire. Si la relation (2.8) est fausse, selon que $V(k)$ est supérieur ou inférieur à V_{mp} , la tension $V(k)$ est ajustée en conséquence.

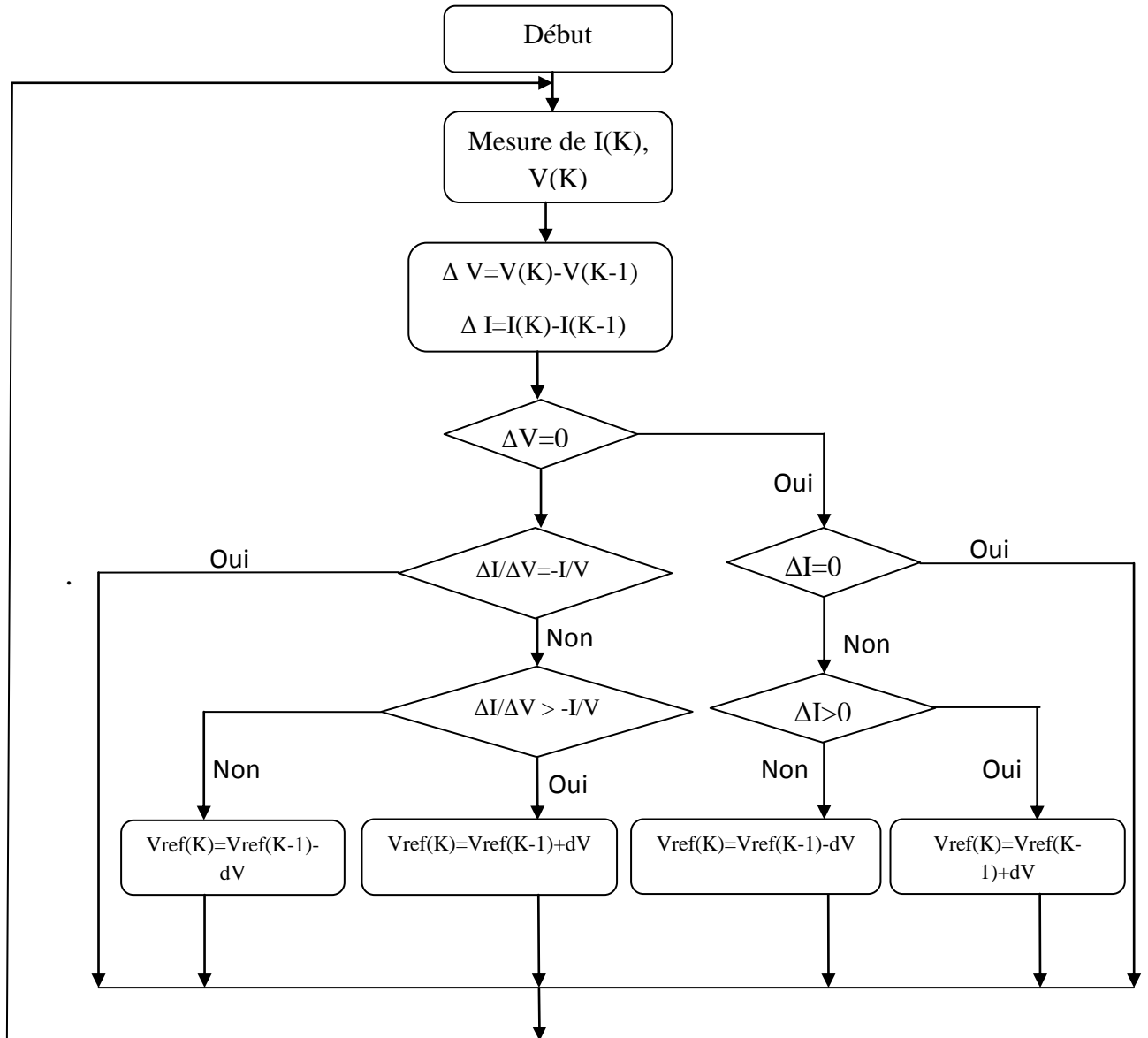


Figure (2. 3): Organigramme de la méthode de d'incrément de la conductance

II.2.3- Algorithme à base de la logique floue

Récemment, la commande à base de la logique floue a été utilisée dans les systèmes de poursuite du point de puissance maximale. Cette commande offre l'avantage d'être une commande robuste et qui ne nécessite pas la connaissance exacte du modèle mathématique du système.

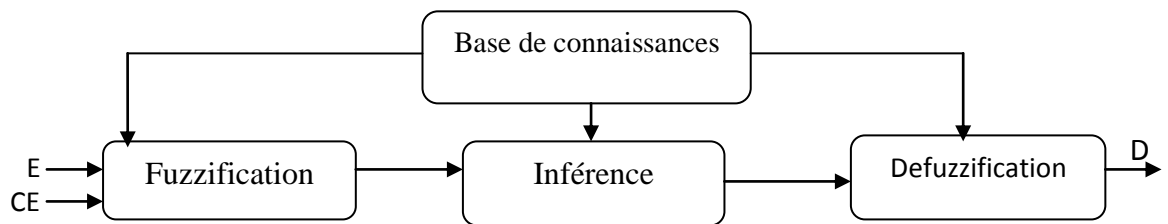


Figure (2.4): Schéma bloc de l'algorithme à base de la logique floue

En particulier, cette commande est mieux adaptée aux systèmes non linéaires. Le fonctionnement de cet algorithme se fait en trois blocs: la fuzzification, l'inférence et la défuzzification (Figure 2.5).

La fuzzification permet la conversion des variables physiques d'entrée en ensembles flous. Dans notre cas, on a deux entrées, l'erreur et la variation de l'erreur définies comme suit:

$$E = \frac{P(K) - P(K-1)}{I(K) - I(K-1)} \quad (2.10)$$

$$CE = E(K) - E(K-1) \quad (2.11)$$

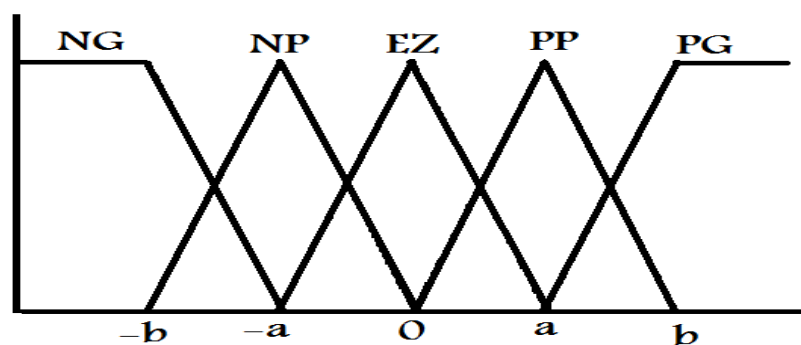


Figure (2.5): Degré d'appartenance des variables

L'inférence est une étape qui consiste à définir un rapport logique entre les entrées et la sortie. En effet, des règles d'appartenance vont être définies pour la sortie comme ça était fait pour les entrées, grâce à ces règles un tableau d'inférence peut être dressé (Tableau 2.1).

Il est évident qu'une bonne connaissance du système est requise pour le développement d'un tel régulateur. En effet, en règle générale, une valeur d'entrée est définie par deux fonctions floues avec des degrés différents, ainsi la sortie sera elle aussi définie par plusieurs fonctions, la question étant de savoir avec quels degrés d'appartenance. Plusieurs méthodes peuvent répondre à cette question. De notre part, nous avons utilisé la méthode MAX-MIN.

Enfin, il nous faut réaliser l'opération inverse de la fuzzification, ici nous devons calculer une valeur numérique compréhensible par l'environnement extérieur à partir d'une définition floue est c'est le but de la défuzzification.

E\CE	NG	NP	EZ	PP	PG
NG	EZ	EZ	NP	NP	NP
NP	EZ	EZ	EZ	EZ	PP
EZ	NP	EZ	EZ	EZ	PP
PP	PP	PP	PP	EZ	EZ
PG	PG	PG	PG	EZ	EZ

Tableau (2.1): Tableau d'inférence

II.2.4- Algorithme à base de la mesure d'une fraction de la tension V_{oc}

Cet algorithme est basé sur la relation linéaire entre la tension de circuit ouvert et la tension optimale donnée par l'équation suivante:

$$V_{mp} = K * V_{oc} \quad (2.12)$$

Où : K est un facteur de tension dépendant des caractéristiques de la cellule PV et qui varie entre 0.73 et 0.8.

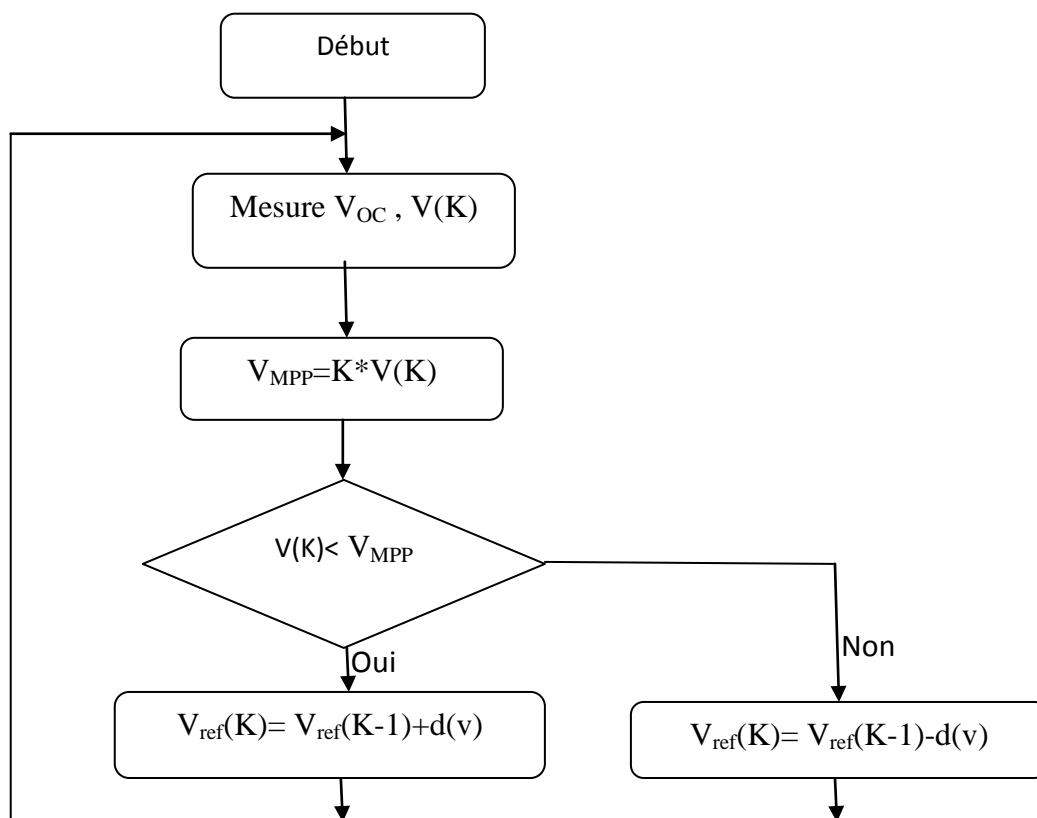


Figure (2.6): Organigramme de l'algorithme FCO

Pour en déduire la tension optimale, on doit mesurer la tension du circuit ouvert V_{oc} . Par conséquent, le point de fonctionnement du panneau est maintenu proche du point de puissance optimale en ajustant la tension de panneau à la tension optimale calculée. Le processus permet d'agir cycliquement sur le rapport cyclique pour atteindre la tension optimale.

II.2.5- Algorithme à Base de la Mesure d'une Fraction du Courant I_{cc}

Cette technique est basée sur la relation linéaire entre le courant de court-circuit et le courant optimal donné par l'équation suivante

$$I_{mp} = K * I_{cc} \quad (2.14)$$

Où k est un facteur de courant dépendant des caractéristiques de la cellule PV et qui varie entre 0.85 et 0.92.

En effet, le point de fonctionnement optimal est obtenu en amenant le courant du panneau au courant optimal. Par conséquent, on change le rapport cyclique jusqu'à ce que le panneau atteigne la valeur optimale [12].

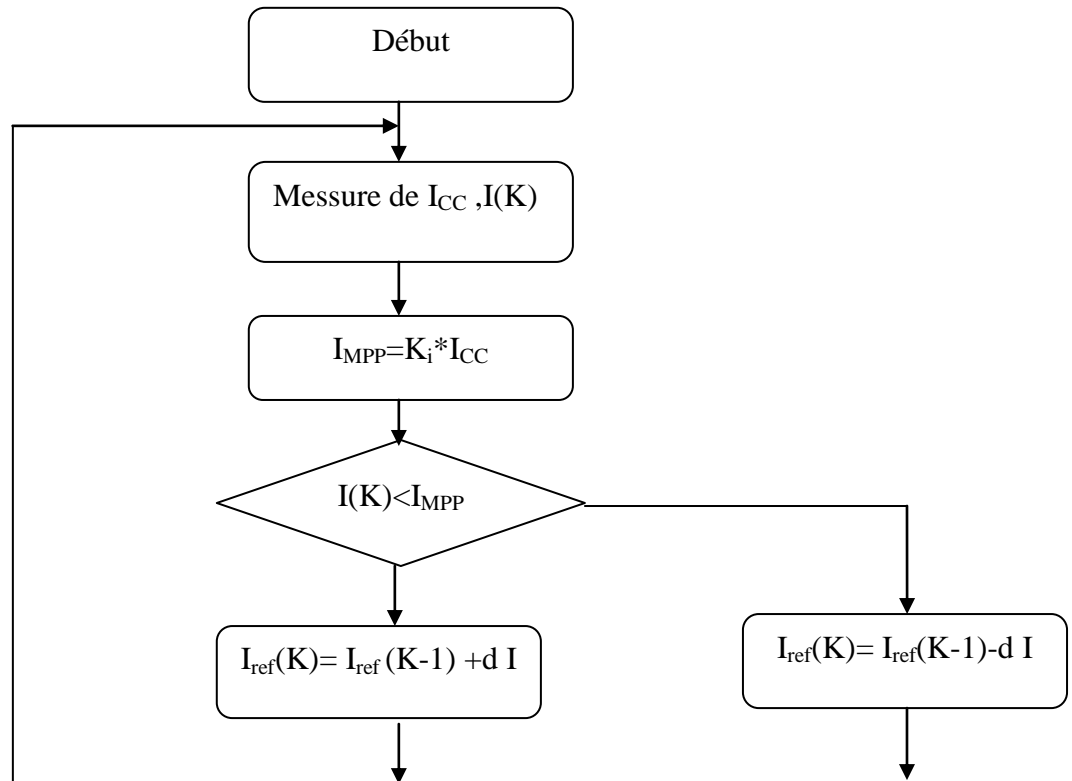


Figure (2.7): Organigramme de l'algorithme FCC

II.3- Conclusion

Dans ce chapitre, On a présenté la commande MPPT des convertisseurs DC-DC pour rechercher le point où la puissance du générateur photovoltaïque est maximale, sous différentes conditions de fonctionnement. On a étudié les méthodes les plus utilisées MPPT basées sur contre réaction de puissance, comme l'algorithme d'incrément de conductance et méthode de perturbation et observation et l'Algorithme à base de la logique floue, l'Algorithme à base de la mesure d'une fraction de la tension et finalement l'Algorithme à Base de la Mesure d'une Fraction du Courant.

Conclusion Générale

Le travail présenté dans ce mémoire traite de la simulation et l'implémentation d'un algorithme mppt par la méthode de perturbation et observation (P/O). Les résultats de la simulation ont démontré l'intérêt d'un dispositif de recherche de la puissance maximale. La méthode P & O est l'un des systèmes les plus largement utilisés dans MPPT. Il vérifie la puissance de sortie du réseau et compare sa varié à la direction de perturbation de la tension de fonctionnement du réseau lui-même. Notre objectif essentiel est faire un programme en verilog de la méthode P&O et l'implémentation dans une carte FPGA, pour cela un modèle Simulink a été développé pour représenter l'algorithme P&O puis une génération de code verilog en utilisant l'outil de MATLAB/Simulink (HDL Coder). Nous souhaitons que cette étude va aider et inciter les chercheurs à focaliser leurs attentions sur l'implémentation des techniques de traitement du signal sur des cibles reconfigurables de types FPGAs débouchant sur des applications palpables

Comme perspective nous proposons :

- Vérifier ces résultats avec l'outil modelsim.
- Valider ces résultats par l'expérimental avec une installation photovoltaïque complète : GPV, Hacheur, carte FPGA (mppt méthode P&O), Charge.
- L'utilisation des techniques d'intelligence artificielle comme la logique floue, les réseaux de neurones artificiels et les réseaux neuro-flous pour la commande du convertisseur.

-
- [1] NETTOUR Oussama, LAMNIAI Sidi Med Larbi, «Implementation and Simulation of MPPT for Photovoltaic-like System», Project Report Degree of 'INGENIEUR D'ETAT', 2012.
- [2] M.Belhadj, « Modélisation d'un Système de captage Photovoltaïque Autonome», Mémoire de Magister, Centre Universitaire De Bechar, 2008.
- [3] MECHALIKH M. N, HAMADA C, « Modélisation et simulation d'un système photovoltaïque en fonctionnement autonome et connecté au réseau», Mémoire Master, université kasdi Marbah Ouargla, soutenu le 25-06-2013.
- [4] LOUAZENE M., «Etude technico-économique d'un système de pompage photovoltaïque sur le site de Ouargla », Mémoire de Magister, Université El Hadj Lakhdar – Batna ; soutenu le 12/06/2008.
- [5] SLAMA F., «Modélisation d'un système multi générateurs photovoltaïques interconnectés au réseau électrique», Mémoire de magister, Université Faraht Abbas Sétif, soutenu le 1 /04/2011.
- [6] MAKHLOUF M., «Etude et optimisation d'un modèle de conversion d'énergie photovoltaïque application au pompage », Mémoire de magister, Université Mentouri Constantine, 2006.
- [7] BOUAFIA M., DEBLAOUI L., «Modélisation et simulation d'une cellule solaire en couche mince à base de diséléniure de Cuivre, d'Indium et de Gallium " CIGS " », Mémoire master, Université kasdi Marbah Ouargla, 2012.
- [8] CHEKIREF F., « Etude et implémentation d'une commande MPPT neuro-floue surFPGA», Mémoire de magister, Ecole Nationale Polytechnique, Alger, Algérie, 2008.
- [9] BENSACI Wafa, «Modélisation et simulation d'un système photovoltaïque adapté par une commande MPPT », Mémoire master, université kasdi Marbah Ouargla,2012.
- [10] Laboratory of Sciences and Techniques of Automatic, Control & Computer Engineering, Lab-STA National School of Engineering of Sfax, University of Sfax.
- [11] «Poursuite du point de puissance maximale d'un système photovoltaïque par les méthodes de l'incrément de conductance et la perturbation & observation», Revue des Energies Renouvelables Vol. 16 N°3, 2013.

- [12] «Etude comparative de cinq algorithmes de commande MPPT pour un système photovoltaïque», Conférence Internationale des Energies Renouvelables, Sousse Tunisie, 2013.
- [13] SWARTZLANDER E., Computer Arithmetic, Vol.II, IEEE Computer Society Press, Stroudsburg, Pennsylvania, 1990.

1- Programme ADC0809

```
module adc0809(CLK,RST,EOC,D,ALE,OE,A,SEGMENT,Q0,Q1);
    input CLK,RST,EOC;
    input [7:0] D;
    output ALE,OE;
    output [2:0] A;
    output [7:0] SEGMENT;
    output Q0;
    output Q1;
    // Registor
    reg ALE,OE;
    reg [2:0] A;
    reg [7:0] TEMP;
    reg EN;
    //wire CARRY;
    reg [1:0] STATE; // state
    parameter [1:0] ST0=0,ST1=1,ST2=2,ST3=3;
    // wire [15:0] RESULT;
    //wire [23:0] RESULT1;
    // ADC
    always @(posedge CLK or negedge RST)
    begin
        if (!RST) begin
            STATE <= ST0; TEMP <= 0;
            ALE<=0; A <=1; OE <=0; EN <=0;
        end
        else
            case (STATE)
                ST0: begin // AD start
                    ALE <= 1; STATE <= ST1; EN <=0;
                end
                ST1: begin
                    ALE <= 0; // ALE = 0
                    if (EOC) begin // wait end of conveter
                        OE <= 1; // Output data
                        STATE <= ST2;
                    end
                    else STATE <= ST1;
                end
                ST2: begin
                    TEMP <= D; // data in
                    STATE <= ST3;
                    EN <= 1; //
                end
                ST3: begin
                    OE <=0; STATE <= ST0;
                end
            endcase
        end
    assign Q0 = 1'b1;
    assign SEGMENT=TEMP;
endmodule
```

2- Programme PWM

```
module pwm(clk,x_in,pwm_out);
parameter MAXBITS=8;
input clk;
input[MAXBITS-1:0] x_in;
output reg pwm_out=0;
reg [MAXBITS-1:0] counter=0;
always@ (posedge clk)
begin
    if (counter < x_in)
        pwm_out<=0;
    else
        pwm_out<=1;
        counter<=counter+1;
    end
endmodule
```

3- Programme P&O

```
function D = PO(V,I,T)
persistent P2 P1 dP d dd n;
if isempty(V)
    V=20;
end
if isempty(I)
    I=0;
end
if isempty(P2)
    P2=0;
end
if isempty(P1)
    P1=0;
end
if isempty(dP)
    dP=0;
end
if isempty(d)
    d=1;
end
if isempty(dd)
    dd=0;
end
if isempty(n)
    n=1;
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
    if (T > n*0.02) %chu ki lay mau
0.02s
        n = n + 1;
        P1=P2;
        P2=V*I;
        dP=P2-P1;
        if (dd==0)
            if dP>1
                dd=0.01;
                d=d+dd;
            else
                if dP<-1
                    dd=-0.01;
                    d=d+dd;
                else
                    dd=0;
                end
            end
        else
            if ((dP<1) && (dP>-1))
                dd=0;
                d=d+dd;
            else
                if ((dP/dd)>0)
                    dd=0.01;
                    d=d+dd;
                else
```



```
dd=-0.01;
                                d=d+dd;
                                end
                                end
                                end
                                end
D=d/(d+1);
if D<0.1
    D=0.1;
    d=D/(1-D);
else
```

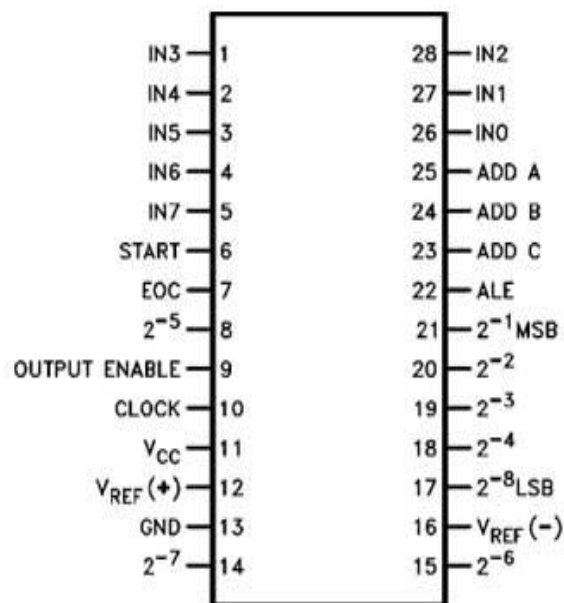
4- Convertisseur 0809



▪ Caractéristiques:

- Interface facile à tous les Microprocesseurs
- 8 canaux A / D avec adressable Multiplexeur
- 0V à 5V la plage de tension d'entrée analogique

▪ Disposition des Pins :



▪ **La description des pins:**

Numéro de pin	Description
1	IN3 - Entrée analogique 3
2	IN4 - Entrée analogique 4
3	IN5 - Entrée analogique 5
4	IN6 - Entrée analogique 6
5	IN7 - Entrée analogique 7
6	START-Démarrer la conversion
7	EOC - Fin de la conversion
8	2 (-5) - Tri-State Bit de sortie 5
9	OUT EN - Activation sortie
10	CLK - Horloge
11	Vcc - Alimentation positive
12	Vref + - référence de tension de d'entrée Positive
13	GND – Terre (la masse)
14	2 (-7) - Tri-State Bit de sortie 7
15	2 (-6) - Tri-State Bit de sortie 6
16	Vref - Référence de tension d'entrée négative
17	2 (-8) - Tri-State Bit de sortie 8
18	2 (-4) - Tri-State Bit de sortie 4
19	2 (-3) - Tri-State Bit de sortie 3
20	2 (-2) - Tri-State Bit de sortie 2
21	2 (-1) - Tri-State Bit de sortie 1
22	ALE - verrouillage d'adresse Activer
23	ADD C - Adresse Entrée C
24	ADD B - Adresse Entrée B
25	ADD A - Adresse Entrée A
26	IN0 - Entrée analogique 0
27	IN1 - Entrée analogique 1
28	IN2 - Entrée analogique 2



Model MDA-ASIC2 : ASIC Trainer

Features

An ASIC or Application Specific Integrated Circuit is a semiconductor chip which is produced for a specific application for a specific customer

- Exchangeable top board.(Xilinx, Lattice, Altera, Atmel, etc)
- Select FPGA or CPLD
- ASICs are designed using a suit of computer aided software programs (CAD), Verilog-HDL, and VHDL
- Download method by PC's parallel port
- EEPROM writer for FPGA.(Auto selected by PC's parallel port)
- Various I/O experiments
- Select output devices Experiment with a switch
- User can design the circuit Experiment on the Bread board
- Simply extend a circuit Experiment with 2 extended connectors.
- Experiment Items

gate	Flip flop	Logic
Hexadecimal counter	Full adder/subtractor	Register
Code converter	Johnson counter	3-state buffer
Shift register	4-bit comparator	Stepping motor control
4-bit adder and subtracter	DC motor speed control	38 decoder
Encoder	Stop Watch	LCD display
Multiplexer	Digital clock	Data selector
Electronic dice	D/A and A/D converter	Data communication IC
Dot matrix display	Arithmetic and logic operation	

- Support the continuous pulse for the digital circuit : Pulse selector : single, 1Hz~50MHz
- +5V, +12V, -12V SMPS(Free Voltage) Power
- Metal case

Test Equipment Depot - 800.517.8431 - 99 Washington Street Melrose, MA 02176

FAX 781.665.0780 - TestEquipmentDepot.com

Specifications

PC Interface	Parallel port
FPGA/CPLD TOP Board	Select one and Assembler - XC2S150(150,000 : Xilinx) option - XC3S0(10,000 : Xilinx) option - XC9572(CPLD : Xilinx) option - EP1K100(200,000 : Altera) option - EPF10K10(25,000 : Altera) option - EPF71288(CPLD : Altera) option - ispLS1032E(CPLD : Lattice) option - MMA5-192/96(CPLD : Lattice) option
Pulse Generator	Clock 1 : single, 1Hz, 10Hz, 100Hz, 1KHz, 10KHz, 100KHz, 1MHz, 5MHz, 10MHz, 25MHz, 50MHz Clock 2 : 153.6KHz, 307.2KHz, 614.4KHz, 2.5MHz
Input Device	Toggle Switch × 8 Push Switch × 2 Hexadecimal Input (2-digit) ADC0809 (8-channel AD converter) Volume resistor : 10 Ω × 1 Sensor : Optical (ODS), Hygrometer
Output Device	LED(10 Φ) × 8 7-segment : 6digits Dice LED : 2(3 Φ LED × 14) D.C Motor :12V (Include Rotary Encoder) STEP Motor : 1.8 $^{\circ}$ DOT Matrix LED (32×16) ×1 (3 color : Red, Green, Amber) AD7305 (4-channel D/A converter) Level meter Experiment LCD (16×4 Lines) × 1 RS-232C
Bread Board	(40×22 holes) × 1
Power	Input : A.C 85~264V, Output : D.C +5V(2A), +12V(1A), -12V(500mA)
Case Size	470(H) × 100(D) × 280(W) mm
Weight	11.5kg

Accessories

WINIDE SOFTWARE CD (Included VHDL/Verilog example source)
 Parallel cable (25pin)
 RS-232C Cable (9pin)
 Power Cord
 Manual

5-programme P&O au langage Verilog :

1 er partie:

```
-----
-- File Name: hdl_prj\hdlsrc\po\Subsystem.vhd
-- Created: 2016-05-25 16:49:01
-- Generated by MATLAB 8.3 and HDL Coder 3.4
-----
-- Rate and Clocking Details
-----
-- Model base rate: 0.2
-- Target subsystem base rate: 0.2
-- Clock Enable Sample Time
-----
-- ce_out    0.2
-----
-- Output Signal      Clock Enable Sample Time
-----
-- Out1             ce_out    0.2
-- Module: Subsystem
-- Source Path: po/Subsystem
-- Hierarchy Level: 0
-----
LIBRARY IEEE;
USE IEEE.std_logic_1164.ALL;
USE IEEE.numeric_std.ALL;

ENTITY Subsystem IS
  PORT( clk          : IN  std_logic;
        reset        : IN  std_logic;
        clk_enable   : IN  std_logic;
        In1          : IN  real; -- double
        In2          : IN  real; -- double
        In3          : IN  real; -- double
        ce_out       : OUT std_logic;
        Out1         : OUT real -- double
        );
END Subsystem;

ARCHITECTURE rtl OF Subsystem IS
  -- Component Declarations
  COMPONENT Embedded_MATLAB_Function1
  PORT( clk          : IN  std_logic;
        reset        : IN  std_logic;
        enb          : IN  std_logic;
        V            : IN  real; -- double
        I            : IN  real; -- double
        T            : IN  real; -- double
        D            : OUT real -- double
        );
END COMPONENT;
```

```

-----
-- File Name: hdl_prj\hdlsrc\po\Embedded_MATLAB_Function1.vhd
-- Created: 2016-05-25 16:49:01
-- Generated by MATLAB 8.3 and HDL Coder 3.4
-----

-- Module: Embedded_MATLAB_Function1
-- Source Path: po/Subsystem/Embedded MATLAB Function1
-- Hierarchy Level: 1
-----

LIBRARY IEEE;
USE IEEE.std_logic_1164.ALL;
USE IEEE.numeric_std.ALL;
ENTITY Embedded_MATLAB_Function1 IS
  PORT( clk          : IN  std_logic;
        reset        : IN  std_logic;
        enb          : IN  std_logic;
        V            : IN  real; -- double
        I            : IN  real; -- double
        T            : IN  real; -- double
        D            : OUT real -- double
        );
END Embedded_MATLAB_Function1;
ARCHITECTURE rtl OF Embedded_MATLAB_Function1 IS
  -- Constants
  CONSTANT C_divbyzero_p      : real := 1.0E+308; -- double
  CONSTANT C_divbyzero_n      : real := (-1.0E+308); -- double

```

2 éme partie:

```

-- Component Configuration Statements
FOR ALL : Embedded_MATLAB_Function1
  USE ENTITY work.Embedded_MATLAB_Function1(rtl);
-- Signals
SIGNAL D          : real := 0.0; -- double
BEGIN
  u_Embedded_MATLAB_Function1 : Embedded_MATLAB_Function1
  PORT MAP( clk => clk,
           reset => reset,
           enb => clk_enable,
           V => In1, -- double
           I => In2, -- double
           T => In3, -- double
           D => D -- double
           );
  ce_out <= clk_enable;
  Out1 <= D;
END rtl;

```

```

-- Signals
SIGNAL P2                : real := 0.0; -- double
SIGNAL d_1               : real := 0.0; -- double
SIGNAL dd                : real := 0.0; -- double
SIGNAL n                 : real := 0.0; -- double
SIGNAL P2_next          : real := 0.0; -- double
SIGNAL d_next           : real := 0.0; -- double
SIGNAL dd_next          : real := 0.0; -- double
SIGNAL n_next           : real := 0.0; -- double
BEGIN
Embedded_MATLAB_Function1_1_process : PROCESS (clk, reset)
BEGIN
IF reset = '1' THEN
P2 <= 0.0;
d_1 <= 1.0;
dd <= 0.0;
n <= 1.0;
ELSIF clk'EVENT AND clk = '1' THEN
IF enb = '1' THEN
P2 <= P2_next;
d_1 <= d_next;
dd <= dd_next;
n <= n_next;
END IF;
END IF;
END PROCESS Embedded_MATLAB_Function1_1_process;
Embedded_MATLAB_Function1_1_output : PROCESS (V, I, T, P2, d_1, dd, n)
VARIABLE dP : real;
VARIABLE P2_temp : real;
VARIABLE d_temp : real;
VARIABLE d_temp_0 : real;
VARIABLE add_temp : real;
VARIABLE div_temp : real;
VARIABLE div_temp_0 : real;
BEGIN
P2_temp := P2;
d_temp := d_1;
dd_next <= dd;
n_next <= n;
--%%%%%%%%
IF T > (n * 0.02) THEN
--chu ki lay mau 0.02s
n_next <= n + 1.0;
P2_temp := V * I;
dP := P2_temp - P2;
IF dd = 0.0 THEN
IF dP > 1.0 THEN
dd_next <= 0.01;
d_temp := d_1 + 0.01;
ELSIF dP < (-1.0) THEN

```



```

    dd_next <= (-0.01);
    d_temp := d_1 + (-0.01);
ELSE
    dd_next <= 0.0;
END IF;
ELSIF (dP < 1.0) AND (dP > (-1.0)) THEN
    dd_next <= 0.0;
ELSE
    IF dd = 0.0 THEN
        IF (dP < 0.0) XOR (dd < 0.0) THEN
            div_temp_0 := C_divbyzero_n;
        ELSE
            div_temp_0 := C_divbyzero_p;
        END IF;
    ELSE
        div_temp_0 := dP / dd;
    END IF;
    IF div_temp_0 > 0.0 THEN
        dd_next <= 0.01;
        d_temp := d_1 + 0.01;
    ELSE
        dd_next <= (-0.01);
        d_temp := d_1 + (-0.01);
    END IF;
END IF;
END IF;
add_temp := d_temp + 1.0;
IF add_temp = 0.0 THEN
    IF (d_temp < 0.0) XOR (add_temp < 0.0) THEN
        div_temp := C_divbyzero_n;
    ELSE
        div_temp := C_divbyzero_p;
    END IF;
ELSE
    div_temp := d_temp / add_temp;
END IF;
d_temp_0 := div_temp;
IF d_temp_0 < 0.1 THEN
    d_temp_0 := 0.1;
    d_temp := 0.11111111111111112;
ELSIF d_temp_0 > 0.9 THEN
    d_temp_0 := 0.9;
    d_temp := 9.0000000000000018;
END IF;
P2_next <= P2_temp;
d_next <= d_temp;
D <= d_temp_0;
END PROCESS Embedded_MATLAB_Function1_1_output;
END rtl;

```

Résumé

Dans ce travail nous avons traité la simulation et l'implémentation d'un algorithme mppt par la méthode de perturbation et observation (P/O). Notre objectif essentiel est faire un programme en verilog de la méthode P&O et l'implémentation dans une carte FPGA-Xilinx, pour cela un modèle Simulink a été développé pour représenter l'algorithme P&O puis une génération de code verilog en utilisant l'outil de MATLAB/Simulink (HDL Coder) pour obtenir un signal de commande PWM assurer la poursuite de la puissance maximale fournie par le GPV.

Mots clés : système PV- algorithme P/O - carte programmable FPGA- HDL Coder- commande PWM

المخلص

في هذا العمل قمنا بمعالجة و تطبيق ومحاكاة نظام ضوئي وفق التحكم بواسطة خوارزمية تتبع نقطة الطاقة الاعظمية وذلك من خلال آلية الاضطراب والملاحظة. هدفنا الرئيسي هو تقديم البرنامج في فيريولوج من خلال طريقة الاضطراب والملاحظة ثم تطبيقه على بطاقة FPGA للبرمجة. ولهذا قمنا بوضع نموذج Sumilink للتعبير عن الآلية ثم ترجمته الى رمز فيريولوج وذلك باستخدام أداة MATLAB/Simulink (HDL Coder) للحصول على مؤشر التعديل في عرض النبضة من أجل استغلال أقصى قدر من الاستطاعة المنتجة من المولد الضوئي.

الكلمات المفتاحية : نظام ضوئي- آلية الاضطراب والملاحظة- بطاقة FPGA للبرمجة-- HDL Coder مؤشر التعديل في عرض النبضة.

Abstract

In this work we treated the simulation and implementation of MPPT algorithm by the method of perturbation and observation (P / O). Our objective is to make a program in verilog about the P & O method and implementation in FPGA Xilinx card, that's why a Simulink model was developed to represent the algorithme P & O and code generation verilog using the tool MATLAB / Simulink (HDL Coder) to get a PWM control signal to ensure the continuation of the maximum power delivered by the GPV.

Keywords : PV system-algorithm P/O - FPGA programmable card - HDL Coder-control PWM