

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

Ministère de l'enseignement supérieur et la recherche scientifique

**École Nationale Polytechnique**



Department of Electronics

Laboratoire des Dispositifs de Communication et de Conversion Photovoltaïque

**Doctoral Thesis**

**In: Electronic**

# **PV array power output maximization under partial shading using new configurations and arrangements**

*Presented by :*

**BELHAOUAS Nasreddine**

Magister in Renewable Energies at ENP

Under supervision of M. AIT CHEIKH Mohamed Salah, Professor

Presented and defended publicly the 04 october 2017

## **Composition of the Jury:**

<b>President:</b>	<b>M.HADDADI Mourad,</b>	Professor	ENP, Algeria
<b>Supervisor:</b>	<b>M.AIT CHEIKH Mohamed Salah,</b>	Professor	ENP, Algeria
<b>Examiner:</b>	<b>M.LARBES Chérif,</b>	Professor	ENP, Algeria
<b>Examiner:</b>	<b>M.HADJ ARAB Amar,</b>	Rech.Dir	CDER, Algeria
<b>Examiner:</b>	<b>Mme.BARAZANE Linda,</b>	Professor	USTHB, Algeria
<b>Examiner:</b>	<b>Mme.BOUKHELIFA Akila,</b>	MCA	USTHB, Algeria
<b>Invited :</b>	<b>Mme.AMROUCHE Badia,</b>	MRA	CDER, Algeria

**ENP-2017**

10 Avenue des frères Oudek, Hassen Badi BP 182,16200 El Harrach, Alger, Algérie

[www.enp.edu.dz](http://www.enp.edu.dz)

## ملخص

الظل الجزئي يمكن أن يقلل بشكل كبير إنتاج الطاقة الكهروضوئية وكذلك عملية تصبح أكثر تعقيد من خلال التسبب في تشكيل ذروة متعددة في منحنى استطاعة تيار. هذه المشاكل لا تعتمد فقط على منطقة الظل ولكن أكثر من ذلك بكثير إلى شكل الظل. في هذا العمل تم اقتراح ثلاثة الترتيبات جديدة مطبقة على مصفوفة كهر وضوئية للتخفيف تأثير أضرار الظل الجزئي. وتستند هذه الترتيبات على تحقيق أقصى قدر من المسافة بين الوحدات الكهروضوئية المجاورة، بينما يتم ترتيب وحدات لتكون في مختلف الصفوف والأعمدة دون تغيير التوصيلات الكهربائية. وهذا يسمح إعادة توزيع أنماط الظل على مصفوفة كهر وضوئية بأكملها، ويؤدي ذلك إلى التقليل من التثانيات حماية من تبديد الطاقة بالإضافة إلى زيادة إنتاج الطاقة والقضاء على قمم متعددة يتم عرض المحاكاة لتقييم الترتيبات المقترحة ومقارنة الأداء مع مختلف تكوينات والترتيبات وفقا أنماط الظل وسيناريوهات مختلفة. الترتيبات الجديدة لها مستوى علي من الأداء من حيث إنتاج الطاقة، وفق ذلك تمكننا من القضاء على المشكلة من قمم متعددة.

**كلمات مفاتيح:** طاقة شمسية, الطاقة الكهروضوئية, الظل الجزئي, التثانيات, الترتيبات, نقطة الاستطاعة القصوى

## Résumé

L'ombrage partiel peut réduire considérablement la puissance d'un champ photovoltaïque ainsi que provoquer l'apparition de pics dans la courbe caractéristique puissance tension (P-V). Ces problèmes ne dépendent pas seulement de la quantité d'ombrage, mais beaucoup plus de la forme d'ombrage. Dans ce travail, trois nouveaux arrangements physiques sont appliqués sur un champ photovoltaïque afin d'atténuer l'effet d'ombrage partiel. Les arrangements sont basés sur la maximisation de la distance entre les modules PV adjacents d'un champ, tout en disposant les modules pour être dans des lignes et des colonnes différentes sans changer les connexions électriques initiales. Cela permet la redistribution de la forme d'ombrage sur l'ensemble d'un champ PV d'une façon uniforme, cela entraîne une minimisation de la perte de puissance du aux diodes de protection, en plus de maximiser la puissance de sortie du champ PV et d'éliminer l'apparition des multi pics sur la courbe (P-V). Des simulations sont présentées afin d'évaluer les arrangements physiques proposés. Cette évaluation est faite à travers une comparaison des performances pour diverses configurations et arrangements sous différents modèles et scénarios d'ombrage.

**Mots clés :** Energie solaire, photovltaique (PV), Effet de L'ombrage partiel, diodes by-pass et anti retour, Champ PV configuration, Poursuite de point de puissance maximale (MPPT).

## Abstract

Partial shading can dramatically decrease PV array power output as well as complicate operation by causing multiple peak exhibitions in the power voltage (P-V) characteristic curve. These problems depend not only on the shading area but also and much more significantly on the shading pattern. In this work three new physical PV array arrangements to mitigate partial shading effects, are proposed. These arrangements are based on maximizing the distance between adjacent PV modules within a PV array, while rearranging modules to be in different rows and columns without changing the electrical connections. This allows redistribution of the shading patterns over the entire array. This result in a power dissipation minimization of the protection diodes in addition to maximizing the power output and eliminating multi peaks. Simulations are presented to assess the proposed physical PV array arrangements. This assessment is done through performance comparisons for various PV array configurations and arrangements under different shading patterns and scenarios. The new physical PV array arrangements yields the highest performance in terms of power output and eliminates the problem of local multi peaks in the P-V array characteristic curve.

**Keywords:** Solar energy, Photovoltaic (PV), partial shading effects, Bypass and blocking diodes, PV array configuration, Maximum power point tracking (MPPT).