

ABSTRACT TEZĂ DE DOCTORAT

***Relații și metode noi de determinare cu precizie ridicată
a coordonatelor punctului de putere maximă al unei celule fotovoltaice***

Conducător doctorat: Prof.dr.ing. Aurelian CRĂCIUNESCU

Autor: Ing. Mircea TACIU

Punctul de putere maximă reprezintă cel mai important punct de pe caracteristica de funcționare a unei celule fotovoltaice. Dinamicitatea condițiilor reale de operare, ale unei celule fotovoltaice, se reflectă integral asupra poziției acestui punct, fiind amplificată de o corelare de tip neliniar. Datorită acestei corelații neliniare dar și a dinamicității condițiilor de operare identificarea precisă a coordonatelor punctului de putere maximă este o sarcină dificilă.

Scopul principal al acestei lucrări este de a identifica relații explicite pentru calculul direct (non-iterativ) al coordonatelor punctului de putere maximă pentru celulele fotovoltaice unijoncțiune pe bază de siliciu. Este propusă și prezentată o abordare originală privind rescrierea și utilizarea ecuațiilor caracteristice ale celulelor fotovoltaice într-o formă normalizată. În această lucrare sunt propuse mai multe seturi de relații matematice pentru calculul cu precizie ridicată al coordonatelor punctului de putere maximă. Sunt prezentate relații atât pentru modelul cu trei parametri (3P- "modelul ideal"), pentru modelul cu patru parametri (4P) cât și pentru modelul cu cinci parametri (5P). Metodele de rezolvare a problemei se bazează pe două tipuri de abordări, una ce are la bază o serie de proprietăți analitico-geometrice ale caracteristicii tensiune-curent a celulelor foto-voltaice iar cealaltă are la bază proprietăți ale funcției W a lui Lambert utile în rezolvarea ecuațiilor de tip transcendent. Pentru modelul cu cinci parametri este identificată și propusă o relație de calcul al coordonatelor punctului de putere maximă ce se bazează pe o metodă originală ("metoda intersecției") de identificare a acestuia. Metoda se bazează pe observarea unei proprietăți legate de punctul de intersecție al dreptelor tangente la curba caracteristică tensiune-curent a celulelor foto-voltaice.

Ca scop secundar, dar nu mai puțin important, lucrarea de față își propune să prezinte, în mod detaliat, proiectarea și execuția unui sistem experimental destinat "ridicării" caracteristicii tensiune-curent pentru panourile foto-voltaice în condiții reale de funcționare. Sistemul experimental a fost instalat pe acoperișul Facultății de Inginerie Electrică București și în urma operării acestuia au fost „colectate” un număr mare de caracteristici tensiune-curent pentru o variată plajă a condițiilor de funcționare (intensitatea radiației solare și temperatură de operare) a panourilor testate.

Politehnica University of Bucharest
Doctoral School of Electrical Engineering

PHD THESIS ABSTRACT

***New relationships and methods of determination with high precision
of the coordinates of the maximum power point of a photovoltaic cell***

PhD supervisor: Prof.dr.ing. Aurelian CRĂCIUNESCU

Author: Ing. Mircea TACIU

The maximum power point is the most important point on the operating characteristic of a photovoltaic cell. The dynamics of the real operating conditions of a photovoltaic cell is fully reflected on the position of this point, being amplified by a nonlinear correlation. Due to this non-linear correlation, but also due to the dynamism of the operating conditions, the precise identification of the coordinates of the maximum power point turns into a difficult task.

The main purpose of this work is to identify explicit relationships for the direct (non-iterative) calculation of the maximum power point coordinates for silicon-based single-junction photovoltaic cells. An original approach to rewriting and using the characteristic equations of photovoltaic cells in a standardized form is proposed and presented. In this work are proposed several sets of mathematical relations for the high precision calculation of the coordinates of the maximum power point. Relationships are presented for the three-parameter model (3P- "ideal model"), for the four-parameter model (4P) and for the five-parameter model (5P). The presented solving methods are based on two types of approaches, one approach is based on a series of analytical-geometric properties of the voltage-current characteristic of photovoltaic cells and the other approach is based on properties of Lambert's W function useful in solving transcendental equations. For the five-parameter model, a set of relationship for the calculation of the coordinates of the maximum power point is identified and proposed. These relationships were identified based on an original method presented in this work ("intersection method"). The proposed method is based on the observation of a property related to the point of intersection of the tangent lines to the characteristic voltage-current curve of photovoltaic cells.

As a secondary purpose, but no less important, this paper aims to present, in the detail, the design and execution of an experimental system designed to "raise" the voltage-current characteristic for photovoltaic panels in real operating conditions. The experimental system was installed on the roof of the Faculty of Electrical Engineering Bucharest and following its operation were "collected" a large number of voltage-current characteristics for a wide range of operating conditions (solar radiation intensity and operating temperature) of the tested panels.