



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

Programul de masterat **Inginerie Electrică**

## **TEMA**

**DEZOLTAREA CONVERTORULUI STATIC DE PUTERE  
PENTRU SISTEMELE REGENERABILE DE ENERGIE.**

**Teză de master**

**Masterand: Rachieru Adrian**

**Conducător: dr.conf. Cazac Vadim**

**Chișinău – 2021**

## Rezumat RO

Teza conține: 46 pagini, 39 ilustrații, 6 tabele, 17 surse bibliografice.

**Cuvinte cheie:** *panou fotovoltaic, conversie fotovoltaică, regulator, convertor static de putere, inverter, punct de putere maximă(MPPT), Conductanță Incrementală, soft.*

**Obiect de studiu:** Convertorul static de putere

**Scopul general al tezei:** Dezvoltarea și proiectarea unui convertor static de putere pentru un sistem fotovoltaic.

**Actualitatea lucrării** este demonstrată de necesitatea dezvoltării convertorului static pentru a spori eficiența unui astfel de sistem permițând tensiunii și curentului mereu să fie maxime indiferent de condițiile meteorologice.

**Memoriul explicativ include** introducerea și 3 capitole.

Capitolul 1 conține o descriere succintă a situație actuale privind sistemele de conversie a energiei fotovoltaice, schemele tipice și sistemele de control a unui parc solar.

Capitolul 2 este destinat descrierii algoritmilor de control MPPT a convertorului static de putere pentru sistemul fotovoltaic pentru menținerea permanentă a unei tensiuni și a unui curent maxim chiar și cind pe suprafața unui panou solar ajunge o cantitate de lumină solară mai mică, dar și proiectarea sistemului de control a convertorului.

În capitolul 3 sunt prezentate schema bloc în simulink pentru convertorul de putere a sistemului fotovoltaic și modelul implementării unui algoritm concret a Conductanței Incrementale cu logica Fuzzy, care este simplă, facilă de implementat și are o eficiență de urmărire foarte mare. Astfel capitolul 3 include succesiunea acțiunilor de creare și implementare în mediul Simulink a algoritmului respectiv iar în final se obține și o analiză a rezultatelor acestuia. Se execută simularea schemei propuse și se observă variația radiației solare incidente la suprafața panoului ca perturbație pentru sistem, schimbarea temperaturii panoului fotovoltaic la fel ca perturbație prezentate succint cu imagini din softul Simulink.

## Rezumat EN

The thesis contains: 46 pages, 39 illustrations, 6 tables, 17 bibliographic sources.

**Keywords:** *photovoltaic panel, photovoltaic conversion, regulator, static power convertor, inverter, maximum power point (MPPT), Incremental Conductance, software.*

**Object of study:** Static power convertor

**The general purpose of the thesis:** Development and design of a static power converter for a photovoltaic system.

**The topicality of the work** is demonstrated by the need to develop a static converter to increase the efficiency of such a system allowing the voltage and current to always be maximum regardless of weather conditions.

**The explanatory memorandum includes** the introduction and 3 chapters.

Chapter 1 contains a brief description of the general notions, of the general state in the field of control elements.

Chapter 2 is intended to describe the MPPT control algorithms of the static power converter for the photovoltaic system for the permanent maintenance of a maximum voltage and current even when a smaller amount of sunlight reaches the surface of a solar panel, but also the design of the control system. converter.

Chapter 3 presents the block diagram in simulink for the power converter of the photovoltaic system and the model of implementing a concrete algorithm of Incremental Conductance with Fuzzy logic, which is simple, easy to implement and has a very high tracking efficiency. Thus, chapter 3 includes the sequence of actions of creation and implementation in the Simulink environment of the respective algorithm and finally an analysis of its results is obtained. Simulate the proposed scheme and observe the variation of the incident solar radiation on the panel surface as a disturbance for the system, the change of the temperature of the photovoltaic panel as well as a disturbance briefly presented with images from the Simulink software

## CUPRINS

<b>REZUMAT</b> .....	
<b>INTRODUCERE</b> .....	<b>9</b>
<b>1. SITUAȚIA ACTUALĂ PRIVIND SISTEMELE DE CONVERSIE A ENERGIEI FOTOVOLTAICE</b> .....	<b>10</b>
1.1 Descrierea generală și probleme existente.....	<b>10</b>
1.2 Scheme tipice.....	<b>19</b>
1.3 Sisteme de control utilizate în aceste sisteme.....	<b>24</b>
<b>2. Algoritmi de control MPPT al convertorului Sistemului FOTOVOLTAIC</b> .....	<b>27</b>
2.1 Probleme generale .....	<b>27</b>
2.2 Clasificarea algoritmilor MPPT.....	<b>27</b>
2.3 Proiectarea sistemului de control al unui convertor pentru o instalație fotovoltaică.....	<b>30</b>
<b>3. MODELAREA SISTEMULUI DE control al convertorului parcului FV</b> .....	<b>36</b>
3.1. Formularea problemei (scopul și obiectivele la acest capitol).....	<b>36</b>
3.2. Elaborarea modelului SimPowerSistem al sistemului.....	<b>36</b>
3.3 Analiza rezultatelor modelării.....	<b>42</b>
<b>CONCLUZII</b> .....	<b>45</b>
<b>BIBLIOGRAFIE</b> .....	<b>46</b>

## INTRODUCERE

Controlerele electronice care se utilizează pentru panourile solare garantează eficiența funcționării prin adaptarea la modificările condițiilor de iluminare și prin a asigura celulele fotovoltaice și funcționarea modulelor cât mai aproape de vârful de putere maximă. Fiecare celulă fotovoltaică are curba de curent și tensiune (IU) care reflectă răspunsul atât la temperatura cât și la nivelul de lumină care cade pe suprafața panoului.

Celulele fotovoltaice care sunt conectate într-un modul pot genera o tensiune mare, dar curentul e foarte scăzut din cauza unei zile înnorate sau de iarnă. Dacă nivelurile de lumină cresc, tensiunea se va micșora, dar curentul va crește dramatic pînă cînd se va apropia de punctul maxim. Cînd modulul se încălzește, tensiunea de ieșire a modulului va scădea, reducînd producția de energie electrică în ansamblu.

Ca rezultat chiar și pe timp cînd cade o cantitate de lumină destul de mare, deși acestea ar trebui să aibă o eficiență maximă, panourile solare pot suferi o micșorare considerabilă a eficienței conversiei de energie, dacă circuitele electronice nu compenzează aceasta.

Pentru o menținere a eficienței ridicate se folosesc 2 metode:

1 Utilizare de componente care au scop să minimizeze generarea de căldură, încît tensiune de ieșire este menținută la un nivel ridicat.

2 Printr-o arhitectură care să țină cont de condițiile meteorologice pentru a se asigura că celulele și modulele sunt exploatate la maxim.

Umbrirea locală va micșora considerabil producția de energie electrică de către panouri. Spre exemplu umbrirea cu mai puțin de 3 % din suprafața unui panou solar poate reduce eficiența acestuia cu aproximativ 15%, potrivit testelor făcute de UB Renewable Energy Laboratory.

O componentă importantă care asigură eficiența într-un astfel de sistem este convertorul, care generează totodată putere compatibilă cu rețeaua de Ee. Convertorul trebuie să fie reglat la condițiile de schimbare a matricei celulei fotovoltaice. Acest lucru se face cu ajutorul unor metode algoritmice de urmărire a punctului de putere maximă (MPPT), adică tensiunea și curentul să fie mereu la maxim. Folosind această metodă de urmărire a punctului de putere maximă furnizarea energiei electrice se face într-un mod eficient.

## BIBLIOGRAFIE

1. [http://old.meteo.md/mold/zmm\\_23032019.htm](http://old.meteo.md/mold/zmm_23032019.htm);
2. [https://ro.wikipedia.org/wiki/Panou\\_solar\\_fotovoltaiac](https://ro.wikipedia.org/wiki/Panou_solar_fotovoltaiac);
3. <http://acse.pub.ro>;
4. [https://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_cell\\_efficiency](https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_cell_efficiency);
5. [https://ro.wikipedia.org/wiki/Celul%C4%83\\_solar%C4%83](https://ro.wikipedia.org/wiki/Celul%C4%83_solar%C4%83);
6. <https://www.constructosu.eu>;
7. [https://en.wikipedia.org/wiki/Power\\_inverter](https://en.wikipedia.org/wiki/Power_inverter);
8. [https://www.researchgate.net/figure/Structure-of-Hybrid-system-II-HYBRID-PV-WIND-SYSTEM-CONTROL-STRATEGY\\_fig3\\_315745745](https://www.researchgate.net/figure/Structure-of-Hybrid-system-II-HYBRID-PV-WIND-SYSTEM-CONTROL-STRATEGY_fig3_315745745);
9. <https://www.mdpi.com>;
10. D. Rekioua și E. Matagne, Optimization of Photovoltaic Power Systems, Modelization, Simulation and Control, Springer, 2012;
11. R. Teodorescu, P. Rodriguez, M. Liserre și J. M. Guerrero, Industrial/ Ph.D. Course in Power Electronics for Renewable Energy Systems (PERES) – in theory and practice, Aalborg University;
12. [https://www.researchgate.net/figure/Power-and-voltage-characteristics-curve-of-a-PV-module\\_fig4\\_263243375](https://www.researchgate.net/figure/Power-and-voltage-characteristics-curve-of-a-PV-module_fig4_263243375);
13. National Instruments, „Maximum Power Point Tracking,” National Instruments Corporation, 7 Iunie 2009. [Interactiv]. Available: <http://www.ni.com/white-paper/8106/en>;
14. <http://ethesis.nitrkl.ac.in/>;
15. M. H. Rashid, Power Electronics Handbook. Academic Press, 2001;
16. <https://www.hydroquebec.com/residentiel/>;
17. C.C. Lee, "Fuzzy Logic in Control System: Fuzzy Logic Controller - Part II", IEEE Trans. on System, Man and Cybernatics, vol.20, n.2, pp 404-418, March/April 1990.