



**Universitatea Tehnică a Moldovei**  
**Facultatea Energetică și Inginerie Electrică**  
**Departamentul Inginerie Electrică**

**Calculul și proiectarea sistemului de protecție a  
parcului fotovoltaic**

**Teză de licență la specialitatea**  
**Ingineria sistemelor electromecanice**

Student: BALAN Carmelina  
Conducător: lect. univ., dr. CAZAC Vadim

**Chișinău, 2022**

**Universitatea Tehnică a Moldovei**  
**Facultatea Energetică și Inginerie Electrică**  
**Departamentul Inginerie Electrică**

**Admis la susținere**

Șef departament dr.conf. Ilie NUCA

---

„\_” \_\_\_\_\_ 2022

**Calculul și proiectarea sistemului de protecție a  
parcului fotovoltaic**

**Teză de licență la specialitatea**  
**Ingineria sistemelor electromecanice**

**Student:** \_\_\_\_\_ (BALAN Carmelina)

**Conducător:** \_\_\_\_\_ (CAZAC Vadim)

**Chișinău, 2022**

## Rezumat

**Teza conține:** 57 pagini, 25 ilustrații, 11 tabele și 24 surse bibliografice.

**Cuvinte cheie:** instalație fotovoltaică, parc fotovoltaic, panou solar fotovoltaic, sisteme de protecție.

**Scopul general al tezei:** proiectarea sistemelor de protecție a instalațiilor fotovoltaice și analiza echipamentelor parcului fotovoltaic.

**Memoriul explicativ cuprinde** introducerea și cele 4 capitole.

Capitolul 1 include descrierea generală a unui parc solar și a montajului panourilor solare pentru a favoriza producerea de energie electrică, cât și de a folosi terenul și în agricultură, scheme generale de montare a panourilor, algoritmi de control, avantajele investirii într-un proiect de creare a instalațiilor fotovoltaice, implicarea conducerii statelor în susținerea creării și problemele existente de implementare a autobuzelor electrice, scheme generale a autobuzelor electrice și a echipamentelor utilizate, algoritmi de control utilizați în sistemele fotovoltaice, modul de conexiune al panourilor fotovoltaice și al invertoarelor, descrierea algoritmului MPPT, situația actuală a troleibuzelor cu regim de mers autonom.

În cel de al doilea capitol, s-a exemplificat toate sistemele de protecție posibile a instalațiilor fotovoltaice. Capitolul conține scheme de montare a dispozitivelor de protecție pentru echipamentele parcurilor

Capitolul 3 include, s-a ales cu geolocația amplasării instalației fotovoltaice, alegerea elementelor componente în scopul realizării instalației, crearea schemei de conexiune a elementelor componente instalației fotovoltaice, exemplificarea unui model de calcul a prizei de pământ.

Cel de al 4-lea capitol, ține de măsurile de protecție pentru sănătatea și securitatea în muncă în domeniul fotovoltaic.

Capitolul 5, conține măsurile de protecție în domeniul securității și sănătății vitale pentru proiectarea și întreținerea parcului fotovoltaic.

					<b>UTM 524.1 001 ME</b>			
Mod	Coala	Nr. document	Semnat	Data				
Elaborat	BALAN	Carmelina			<b>Calculul și proiectarea sistemului de protecție a parcului fotovoltaic</b>	Litera	Coala	Coli
Conducător	CAZAC	Vadim					1	65
Consultant						UTM FEIE gr. ISEM-171 f/r		
Contr. norm								
Aprobat	Nuca	Ilie						

## Summary

**The thesis contains:** 57 pages, 25 illustrations, 11 tables and 24 bibliographic sources.

**Keywords:** photovoltaic installation, photovoltaic park, photovoltaic solar panel, protection systems.

**The general purpose of the thesis:** consist in design design of protection systems for photovoltaic installations and analysis of the photovoltaic park equipment.

The explanatory memorandum includes the introduction and 4 chapters.

**Chapter 1** includes the general description of a solar park and the installation of solar panels to promote the production of electricity, as well as land use and agriculture, general panel installation schemes, control algorithms, the advantages of investing in a project creation of photovoltaic installations, involvement of state leadership in supporting the creation and existing problems of implementation of electric buses, general schemes of electric buses and equipment used, control algorithms used in photovoltaic systems, connection mode of photovoltaic panels and inverters.

**In the second chapter**, all possible protection systems of photovoltaic installations were exemplified. The chapter contains mounting schemes of protection devices for park equipment.

**Chapter 3** includes the geolocation of the location of the photovoltaic installation, the choice of components in order to make the installation, the creation of the connection scheme of the components of the photovoltaic installation, the exemplification of a ground calculation model.

**Chapter 4** deals with protection measures for occupational health and safety in the photovoltaic field.

**Chapter 5** contains protection measures in the field of safety and health vital for the design and maintenance of the photovoltaic park.

## CUPRINS

INTRODUCERE.....	3
1. SITUAȚIA ACTUALĂ PRIVIND PARCURILE FOTOVOLTAICE.....	5
1.1Aspecte generale privind parcurile fotovoltaice .....	5
1.2Modul de funcționare a unui panou fotovoltaic într-un parc solar .....	8
1.3Criterii de amplasare a parcurilor fotovoltaice .....	11
1.4Parcul fotovoltaic din or. Criuleni .....	12
1.5Corectarea energiei reactive a parcurilor fotovoltaice conform ANRE .....	12
1.6Mentenanța parcurilor fotovoltaice .....	13
1.7Consultanța pentru certificatele verzi .....	15
1.8Cumpărarea energiei produsă de parcurile fotovoltaice.....	16
1.9Mentineră a unei activități agricole .....	16
2. ECHIPAMENTE DE PROTECȚIE A PARCURILOR FOTOVOLTAICE.....	18
2.1Protecția anti-fulger și supratensiune .....	18
2.2Camerele de supraveghere.....	21
2.3Camera tehnică .....	21
2.4Protecția la supracurent.....	22
2.5Protecția contra incendiilor la centralele solare .....	24
2.6Protecția antigrindină și vânt puternic .....	26
3. MODEL DE PROIECTARE A UNEI INSTALAȚII FOTOVOLTAICE .....	27
3.1Etapele de proiectare a instalației fotovoltaice. ....	27
3.2Potențialul energetic solar a instalației fotovoltaice în s. Brînzeni,r-nul Edineț. ....	28
3.3Dimensionarea unei instalații fotovoltaice.....	29
3.4Calculul producerii anuale de energie solară a unui parc fotovoltaic.....	37
3.5Calculul prizei de pământ .....	37
4. PROTECȚIA MUNCII ȘI MEDIULUI .....	42
4.1Aspecte privind securitatea și sănătatea în muncă.....	42
4.2Măsuri de protecție a mediului ambiant la amenajarea parcurilor fotovoltaice .....	43
4.3Măsuri privind instalarea și montarea echipamentului electric al parcului fotovoltaic.....	43
4.4Analiza factorilor de risc și măsuri de protecție.....	45
4.5Măsuri de protecție contra incendiilor .....	46
CONCLUZII .....	48
BIBLIOGRAFIE .....	49

					<b>UTM 524.1- 001 ME</b>	Coala
						2
<i>Mod</i>	<i>Coala</i>	<i>Nr. document</i>	<i>Semnat</i>	<i>Data</i>		

## INTRODUCERE

**Actualitatea temei.** Energia solară este cheia cu energie curată. Soarele este o sursă de energie care poate alimenta întreg globul mai mult decât suficient. În ziua de astăzi, se pune accent tot mai mult pe introducerea proiectelor care să ofere surse de energie electrică cu costuri de implementare reduse și să se evite crearea efectului de seră prin evitarea consumului de gaze nocive utilizate în producția energiei electrice. Crearea unui parc fotovoltaic oferă oportunitatea de a avea parte de energie electrică ieftină, plus, de a avea grijă și de mediul înconjurător. Însă, pentru a putea profita de beneficiile unui parc fotovoltaic la maxim, este nevoie de a avea grijă de întregul echipament ce face parte din acest sistem.

În Franța, ideea de a contribui substanțial la protejarea mediului înconjurător dar și de a avea posibilitatea să se reducă din cheltuielile anuale a cetățenilor, acesta fiind principalul scop, multe persoane abordează și își cer dreptul de a instala panouri solare pe acoperișul casei proprii sau prin montare la sol, în ograda fiecăruia. Statul francez susține această idee și oferă sprijin financiar gospodăriilor care optează pentru un astfel de sistem. Statul pune la dispoziție un credit care îi oferă cetățeanului acoperirea aproape la toate costurile achiziționării și instalării la astfel de echipamente, plus, plata pentru inginerii care se ocupă de instalarea panourilor fotovoltaice. Costurile de dimensionare se calculează în funcție de numărul de persoane dintr-o gospodărie și în funcție de scopul final al sistemului. Instalațiile nu sunt folosite doar pentru generarea de energie electrică, dar și pentru prepararea apei calde menajere, cât și pentru încălzirea locuinței, împreună cu o sursă principală de încălzire precum o centrală termică pe gaz.

Producerea de apă caldă menajeră poate fi acoperită până la 70 % anual, utilizând un sistem solar. În perioada de sfârșit de mai și început de septembrie, producția de apă caldă menajeră este 100 % gratuită, fiind observată o reducere excesivă a facturilor lunare.

Instalația panourilor solare pe acoperișul gospodării este efectuată de inginerii tehnici cu studii în domeniu, lucru ce asigură calitate și siguranță. Personalul ingineresc oferă un contract prin care este pusă la dispoziție plata din partea proprietarului, plus, asigurarea pentru instalație. În cazul în care apare un defect la panourile electrice sau în urma montării, echipajul este receptiv la nevoile consumatorului. De întreținerea și verificarea anuală sau la fiecare 6 luni a produselor componente la fel se ocupă inginerii firmei cu care este făcut contractul. Montarea instalației solare vine la pachet cu absolut întreg echipamentul necesar (exemplu de cerere de finanțare din partea clienților este în Anexa 1).

Achitarea pentru echipamente și instalare poate să nu fie efectuată imediat, ci se oferă un credit pe o perioadă îndelungată de timp, lunar achitând o sumă (depinde de durata creditului + procentul de acreditare).

					<b>UTM 524.1- 001 ME</b>	Coala
						3
<i>Mod</i>	<i>Coala</i>	<i>Nr. document</i>	<i>Semnat</i>	<i>Data</i>		

**Gradul de studiere a temei investigate.** Parcurile fotovoltaice au nevoie de supraveghere 24 de ore din 24. Exploatarea și întreținerea unui activ fotovoltaic constă în asigurarea bunei funcționari a centralei, a respectării standardelor de siguranță și a intervenției de întreținere în scopul maximizării producției și creșterii duratei de viață a instalației. Lucrarea este efectuată cu scopul de a cerceta sistemele de protecție a parcurilor pentru reducerea impactelor negative asupra unei ferme solare și a funcționării normale a utilajului folosit în producere eficiente a energiei electrice, fără CO<sub>2</sub>, care la momentul actual reprezintă o parte a soluționării problemelor legate de mediu și de energie. Energia electrică fotovoltaică solară contribuie la reducerea consumului de combustibili fosili, participând activ la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră în sectorul energiei electrice.

Pentru proiectarea unui parc fotovoltaic este nevoie de a lua în considerare mai mulți factori, cum ar fi amplasarea, orientarea, înclinația sistemului, condițiile de temperatură și de umbră. Pentru o calitate înaltă de producere a energiei electrice și siguranță din faza de proiectare a sistemului până la execuția și atingerea randamentului proiectat. Este nevoie să se ia în considerare calitatea materialelor utilizate în construirea parcului, plus, va fi nevoie și de tehnicieni calificați în timpul montării, funcționării și utilizării. Lipsa brațelor de muncă calificate în instalații solar fotovoltaice se poate transforma într-o amenințare pentru funcționarea calitativă a centralei solare, dar și pentru industria PV.

**Scopul lucrării.** Cercetarea sistemelor de protecție a panourilor fotovoltaice și elaborarea unui prototip ce va asigura generarea maximă a cantităților de energie electrică și funcționarea panourilor pe un termen îndelungat.

**Obiectivele lucrării:**

- De a analiza sistemele de protecție a parcurilor fotovoltaice și a propune echipamente ajutătoare necesare pentru o siguranță rigidă și producere neîntreruptă.
- De a exemplifica modelele de calcul de energie electrică produsă și a echipamentelor de protecție.
- Analiza criteriilor de verificare starea sistemului electric.
- Furnizarea de opțiuni pentru a permite alegerea cea mai bună pe baza datelor analizate și a spațiilor disponibile.

O stație de alimentare fotovoltaică (parc solar sau fermă) este o stație de alimentare prin intermediul modulelor fotovoltaice și al invertoarelor pentru utilitatea la scară mare care generează energia electrică și este conectată la o rețea de transport de energie electrică.

					<b>UTM 524.1- 001 ME</b>	Coala
						4
<i>Mod</i>	<i>Coala</i>	<i>Nr. document</i>	<i>Semnata</i>	<i>Data</i>		

## BIBLIOGRAFIE

1. CNPP, Procédés photovoltaïques- Document technique pour la sécurité des bâtiments,CNPP Editions,febraurie 2013.
2. Codul Muncii al Republicii Moldova. Publicat: 29.07.2003 în Monitorul Oficial Nr. 159-162 art Nr: 648. Disponibil:  
<http://www.anofm.md/files/documents/CM.pdf>,Accesat 04.05.2022.
3. Construcția sistemelor alternative de energie pe terenurile agricole.©2012-2022.Disponibil:<https://agrobiznes.md/> .Accesat 01.04.2022.
4. Sistem de informații geografice fotovoltaic.Disponibil.15.05.2021[https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html).Accesat 15.05.2021.
5. Dimensionarea instalației.ALC ELECTRICAL TESTING S.R.L. ©2022.Accesat.01.05.2022.
6. Funcționarea panourilor fotovoltaice. ©2021 Enesco Services. Disponibil:<https://melec.ro/>. Accesat 01.03.2022.
7. Servelect ©2022.Disponibil:2022.<https://servelect.ro/>.Accesat.20.05.2022.
8. Producătorii de energie regenerabilă.Servelect©2022.Disponibil:  
<https://servelect.ro/project/sustinem-producatorii-de-energie-regenerabila-prin-proiecte-de-compensare-energiei-reactive>.Accesat.
9. Fotovoltaicele la sol. Photovoltaïque.info©2020.Disponibil:  
<https://www.photovoltaïque.info/fr/qui-sommes-nous/>.Accesat 17.04.2022.
10. Les differents systemes de montage au sol.Photovoltaic.info©2019.Disponibil:<https://www.photovoltaïque.info/fr/preparer-un-projet/quel-type-de-projet/photovoltaïque-au-sol/ - tab-content> .Accesat 23.03.2022.
11. Mentions légales © 2020 Droits réservés.Disponibil:<https://www.hespul.org/fr/> Accesat 01.03.2022.
12. AUTORITATEA NAȚIONALĂ DE REGLEMENTARE ÎN DOMENIUL ENERGIEI.Disponibil:<https://www.anre.ro/>.Accesat 10.03.2022.
13. Protecție antifulger și supratensiune.Contributeurs de Guide de l'Installation Electrique ©20.05.2020.Disponibil:[https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Protection\\_foudre\\_des\\_installations\\_photovolta%C3%AFques?fbclid=IwAR1BfS96l9atFWrtVnrYzrx\\_W4Tdkxd0gl1WNSWHCCIWZY7zW8vylRElzos](https://fr.electrical-installation.org/frwiki/Protection_foudre_des_installations_photovolta%C3%AFques?fbclid=IwAR1BfS96l9atFWrtVnrYzrx_W4Tdkxd0gl1WNSWHCCIWZY7zW8vylRElzos).Accesat 10.03.2022
14. Accueil. (2020, octobre 9). *Guide de l'Installation Electrique*©2022.Disponibil <http://fr.electrical-installation.org/frw/index.php?title=Accueil&oldid=25844>.Accesat.20.05.2022

					<b>UTM 524.1- 001 ME</b>	Coala
						49
<i>Mod</i>	<i>Coala</i>	<i>Nr. document</i>	<i>Semnat</i>	<i>Data</i>		



15. Program,,Casa verde"©2018 Mabec.Disponibil:<https://mabec.ro/>.Accesat 10.03.2022.
16. Întreținerea instalațiilor fotovoltaice©2018  
Mabec.Disponibil:<https://mabec.ro/services-2-3/operatiuni-de-intretinere-a-parcurilor-fotovoltaiice-mentenanta/>.Accesat 10.03.2022.
17. Întrerupător diferențial uz casnic ©2021 MELEC TIMIS  
SRL.Disponibil:<https://melec.ro/intrerupator-diferential-uz-casnic/>.Accesat 19.05.2022.
18. LEGE Nr. 186 din 10-07-2008 securității și sănătății în muncă. Publicat: 05-08-2008 în Monitorul Oficial Nr. 143-144 art.587. Disponibil:  
[https://www.legis.md/cautare/getResults?doc\\_id=110580&lang=ro](https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=110580&lang=ro), Accesat 10.05.2022.
19. Conectori MC4 pentru cablu de 4-6 mm©2001-2022 Dante International,CUI:14399840,Reg.Com.j40/372/2002.Disponibil.<https://www.emag.ro/s-et-conector-pni-mc4-mama-tata-pentru-cablu-solar-4-6-mm-pni-solmc4mt/pd/DJGGMSBBM/>
20. Panou solar ©2010-2017 Power Pure Energy.Energie Gratis.Oriunde.Oricand.Toate drepturile rezervate.S.C.alternative Pure Energy  
S.R.L.CUI:R028147347,J04/277/2011.Disponibil.<https://alternativepureenergy.ro/product/panou-solar-fotovoltaiic-policristalin-12v-300/>.Accesat 04.04.2022
21. Regulator de încărcare. ©2010-2017 Power Pure Energy.Energie Gratis.Oriunde.Oricand.Toate drepturile rezervate.S.C.alternative Pure Energy  
S.R.L.CUI:R028147347,J04/277/2011.Disponibil:<https://alternativepureenergy.ro/product/regulator-victron-energy-bluesolar-mppt-15060-tr/>.Accesat 04.04.2022
22. Invertor 12 V,15 kW. ©1999-2022 Alibaba.com.All rights reserved .Disponibil:  
[https://www.alibaba.com/product-detail/Solar-Inverter-Solar-Inverter-12KW-15KW\\_1600459720659.html?spm=a2700.pccps\\_detail.normal\\_offer.d\\_image.c4e62bceWcg3H2&s](https://www.alibaba.com/product-detail/Solar-Inverter-Solar-Inverter-12KW-15KW_1600459720659.html?spm=a2700.pccps_detail.normal_offer.d_image.c4e62bceWcg3H2&s).Accesat 19.05.2022
23. Societatea Inginerilor Energeticieni din România.European cooper Institute  
©CUI:RO6916164.Disponibil. [http://www.sier.ro/Articolul\\_6\\_3\\_1.pdf](http://www.sier.ro/Articolul_6_3_1.pdf).Accesat 20.05.2022
24. Protecția antigrindină.Nouvel'R Energie ©2022. Disponibil: <https://www.nouvelr-energie.com/dp/grele-panneau-solaire?fbclid=IwAR0Kfdk7n1Ih-D3LVf8kcfumS02SAUkQRY2CqWQVQNNRRbJiIoC2NRxOaT0>.  
Accesat.14.04.2022

					<b>UTM 524.1- 001 ME</b>	Coala
						50
<i>Mod</i>	<i>Coala</i>	<i>Nr. document</i>	<i>Semnat</i>	<i>Data</i>		