

Metadata

Denumirea organizației
Universitatea Constantin Brancusi din Targu-Jiu

Unitate organizațională
Facultatea de Inginerie și Dezvoltare Durabilă

Titlu
STUDIU PRIVIND PROIECTAREA UNEI CENTRALE FOTOVOLTAICE DE 20 kW

Autor
Nițescu Ion-Laurențiu

Coordonator
Conf.univ.dr.ing. Ionici Felicia-Cristina

Lungimea în cuvinte
11407

Lungimea în caractere
75682

Data Raportului
5/19/2026

Data editării

ID Document
333930768

Detalii Similitudini

Vă rugăm să aveți în vedere faptul că valori ridicate ale coeficienților nu indică automat plagiat. Raportul trebuie să fie analizat de o persoană autorizată.



25

Lungimea frazelor pentru Coeficient de Similitudine
2



11407

Lungimea în cuvinte



75682

Lungimea în caractere

Avertismente și alerte

În această secțiune, puteți găsi informații referitoare la alterări ale textului a căror scop să fie evitarea detectării. Aceste alterări nu pot fi sesizate de persoanele care evaluează documentul imprimat sau citit pe calculator, dar ele influențează analiza făcută de sistem și coeficienții de similitudine. Vă rugăm să analizați dacă aceste alterări sunt intenționate sau nu.

Caractere din alte alfabet	B	1
Extindere	A→	0
Micro-spații	␣	3
Caractere albe		0
Parafrazări (SmartMarks)	a	88

Surse

Mai jos găsiți o listă de surse. Această listă conține surse din diferite baze de date. Culoarea textului indică sursa în care a fost găsit. Aceste surse și valorile coeficientului de similitudine nu reflectă plagiatul direct. Este necesar să deschideți fiecare sursă, să analizați conținutul și corectitudinea citării sursei.

Cele mai lungi 10 fragmente

Culoarea în text

NR.	TITLUL SAU SURSA URL (BAZA DE DATE)	CUVINTE IDENTICE (FRAGMENTE)
1	https://www.primariasabaoani.ro/wp-content/uploads/2023/10/Proiect-tehnic-Instalatii-electrice.pdf	55 (0.48 %)
2	https://biblioteca.regielifive.ro/referate/ecologie/caracterizarea-climatica-a-deltei-dunarii-89552.html	46 (0.4 %)
3	https://electriccasabrasov.ro/fisiere/fise/060ie-integrat-electric.pdf	42 (0.37 %)

4	https://vreaulanova.ro/blog/energie-solara-avantaje-si-dezavantaje	33 (0.29 %)
5	https://biblioteca.regielive.ro/referate/ecologie/caracterizarea-climatica-a-deltei-dunarii-89552.html	29 (0.25 %)
6	https://anpm.ro/documents/25229/71007255/Memoriu+Viable+Energy+actualizat.pdf/6d5802c6-6d95-4aa3-b46a-3b040887b72c	29 (0.25 %)
7	https://electriccasabrasov.ro/fisiere/fise/060ie-integrat-electric.pdf	28 (0.25 %)
8	https://vintudejos.ro/wp-content/uploads/2026/04/Memoriu-tehnic.pdf	27 (0.24 %)
9	https://anpm.ro/documents/25229/71007255/Memoriu+Viable+Energy+actualizat.pdf/6d5802c6-6d95-4aa3-b46a-3b040887b72c	27 (0.24 %)
10	https://cursdeguvernare.ro/cu-strategia-pe-masa-inainte-de-dezbateri-scenariile-care-stau-la-baza-strategiei-energetice-a-romaniei-si-cateva-conditii-esentiale-pentru-succes.html	27 (0.24 %)

din Baza de Date RefBooks



NR.	TITLU	CUVINTE IDENTICE (FRAGMENTE)
-----	-------	------------------------------

din Baza de Date Internă



NR.	TITLU	CUVINTE IDENTICE (FRAGMENTE)
-----	-------	------------------------------

din Baze de Date Externe (0.47 %)



NR.	TITLU	CUVINTE IDENTICE (FRAGMENTE)
1	Proiect_diploma_Bulareanu_Ion disertatie (2).doc 6/15/2017 Valahia University of Targoviste (Inginerie Electrica)	21 (1) (0.18 %)
2	Surse regenerabile de energie Panouri fotovoltaice 11/4/2015 Valahia University of Targoviste (Inginerie Electrica)	19 (2) (0.17 %)
3	downloadfile.docx 7/13/2023 Valahia University of Targoviste (Inginerie Electrica)	8 (1) (0.07 %)
4	Modernizare stație 110/20kV 7/12/2023 Universitatea Ovidius (Facultatea de Inginerie Mecanica, Industrială și Maritimă UOC)	6 (1) (0.05 %)

din Resursele Internetului (9.61 %)



NR.	SURSA URL	CUVINTE IDENTICE (FRAGMENTE)
5	https://anpm.ro/documents/25229/71007255/Memoriu+Viable+Energy+actualizat.pdf/6d5802c6-6d95-4aa3-b46a-3b040887b72c	213 (15) (1.87 %)
6	https://vintudejos.ro/wp-content/uploads/2026/04/Memoriu-tehnic.pdf	160 (12) (1.4 %)
7	https://biblioteca.regielive.ro/referate/ecologie/caracterizarea-climatica-a-deltei-dunarii-89552.html	104 (6) (0.91 %)
8	https://electriccasabrasov.ro/fisiere/fise/060ie-integrat-electric.pdf	100 (4) (0.88 %)
9	https://www.primariasabaoani.ro/wp-content/uploads/2023/10/Proiect-tehnic-Instalatii-electrice.pdf	55 (1) (0.48 %)

10	https://www.electricalc.ro/dimensionarea-instalatiei-fotovoltaice	55 (5) (0.48 %)
11	https://primariagiurgiu.ro/storage/formidable/255/hcl-261-fs.pdf	52 (4) (0.46 %)
12	https://vreaulanova.ro/blog/energie-solara-avantaje-si-dezavantaje	45 (2) (0.39 %)
13	https://pdfcoffee.com/proiectarea-unei-statii-electrice-de-transform-are-pdf-free.html	42 (2) (0.37 %)
14	http://constructiisadministrare.weebly.com/uploads/1/7/5/6/17566111/proiectare_priza_pamnt.pdf	39 (4) (0.34 %)
15	http://www.anpm.ro/documents/2082061/57423803/ANEXA+Nr.5E+Mediu+parc+fovovoltai+AGESI S.pdf/dfe0f344-4d14-47e9-b65e-c6062c426d44	33 (2) (0.29 %)
16	https://cursdeguvernare.ro/cu-strategia-pe-masa-inainte-de-dezbateri-scenariile-care-stau-la-baza-strategiei-energetice-a-romaniei-si-cateva-conditii-esentiale-pentru-succes.html	27 (1) (0.24 %)
17	https://www.cgaa.org/article/what-is-the-most-common-form	25 (3) (0.22 %)
18	http://www.anpm.ro/documents/2082061/60104635/Memoriu+de+prezentare+mediu+23+AUGUST+BD.pdf/81b920bd-593d-4788-bc4d-78110ddcb369	24 (1) (0.21 %)
19	http://www.anpm.ro/documents/27013/2858350/ANEXA+Nr5+E+-+Legea+292-2018+-+Memoriu+revizuit+_+Consiliul+Judetean+Sibiu+parc+fovovoltai+Atel_cpr.pdf/ac956e24-76a0-4d37-8835-826fcfa8760	24 (3) (0.21 %)
20	https://pdfcoffee.com/disertaie-bioclisma-deltei-dunarii-pdf-free.html	20 (2) (0.18 %)
21	https://stratospark.ro/revolutia-verde-beneficiile-programului-casa-verde-2023/	18 (2) (0.16 %)
22	https://www.scribd.com/doc/227822684/Licenta-Finala-sisteme-de-conversie	17 (1) (0.15 %)
23	https://legestart.ro/comitetul-de-securitate-si-sanatate-in-munca/	14 (2) (0.12 %)
24	http://www.anpm.ro/documents/25229/71007255/Memoriu+Gura+Padinii+Fotovoltaice.pdf/f1e750e1-2214-411e-b262-769aab2264b0	11 (1) (0.1 %)
25	https://primariaiara.ro/wp-content/uploads/2024/04/1.4.-Anexa-nr.4-Documentatie-atribuire-Parc-fotovoltai-1.pdf	7 (1) (0.06 %)
26	https://vdocuments.mx/trategia-energeticf-a-romniei-2019-2030-cu-perspectiva-web-view-scfderea.html	6 (1) (0.05 %)
27	https://www.primariapn.ro/documents/10179/1917057/caiet_sarcini_parcare_CB_06_10_2015.pdf	5 (1) (0.04 %)



Lista fragmentelor acceptate

NR.

CUPRINS

CUVINTE IDENTICE (FRAGMENTE)

STUDIU PRIVIND PROIECTAREA UNEI CENTRALE FOTOVOLTAICE DE 20 kW

CUPRINS

Introducere

Capitolul 1.

Considerații privind energia fotovoltaică

Capitolul 2.

Elemente componente ale unei centrale fotovoltaice

Capitolul 3.

Capitolul 4.

Monitorizare și reglare automată

Capitolul 5.

CONCLUZII

BIBLIOGRAFIE

Introducere

Energia fotovoltaică (solar-electrică) este una dintre cele mai importante forme de energie regenerabilă, bazată pe transformarea directă a luminii solare în electricitate prin efectul fotoelectric. Iată principalele considerații - tehnice, economice și de mediu.

Tranziția către energia regenerabilă, în special spre cea solară, a devenit o decizie strategică la nivel național cât și pentru tot mai mulți proprietari de locuințe și antreprenori. Dependența față de piața energetică și beneficiile aduse mediului, ar fi cauza principală de reorientare a sistemului cât și natura economică. De aceea în proiectarea sistemului fotovoltaic trebuie luate în calcul și componentele financiare ale investiției, în contextul românesc pentru perioada actuală.

Investiția pentru sistemul de 20 kW presupune elaborarea unei capacități noi - pentru producerea energiei solare dintr-o sursă regenerabilă, prietenoasă cu mediul cât și realizarea unor racordurile între unitățile generatoare de energie solară - fotovoltaice. În punctul de celula de medie tensiune și în punctul de sosire din stația electrică.

Primul pas în orice proiect fotovoltaic este înțelegerea costurilor inițiale. În 2026, piața de echipamente oferă o gamă largă de opțiuni, iar prețul total al unui sistem considerat "la cheie" este influențat și de mulți alți factori determinanți.

Capitolul 1. Considerații privind energia fotovoltaică

În ultimii ani, lumea a fost martora unei conștientizări tot mai mari a importanței soluțiilor durabile și ecologice. Printre principalele surse de energie regenerabilă, energia solară se remarcă ca un far de speranță pentru un viitor mai verde., figura 1.1.

Figura 1.1. Tehnologie inovatoare de producere a energiei

De la tehnologii futuriste la aplicații practice valorificarea energiei solare a fost o sarcină necesită, iar cu tehnologii inovatoare, valorificăm acum întreg potențial solar și eolian cu mai succes și randament.

- Surse de energie

Strategiei Energetice pentru anul 2030, este în jurul planificării strategice.

Punerea în practică a unor strategii pentru valorificarea energiei regenerabile se înscrie în directivele dezvoltării energetice de dezvoltare ale României. Acestea fiind în concordanță cu măsurile adoptate la nivelul Uniunii Europene. Pe baza datelor cunoscute în domeniul producerii de energie potențialul României este:

1. Hidroenergetic: 37,04%;
- 2.
3. Solar : 22 %;
4. Cărbune: 9,2 %;
- 5.
6. Alte surse- eolian, bio-gaz, gaz natural: 31,76 %.

Pentru prima dată, producția de electricitate din surse regenerabile (eolian și solar) a depășit producția din combustibili fosili, acest lucru fiind valabil în 14 din cele 27 de state membre ale Uniunii Europene. ²⁶ Viziunea de dezvoltare a sectorului energetic și ¹⁶ realizarea obiectivelor strategice în orizontul anului 2030 presupune o riguroasă ancorare în realitatea sectorului energetic, cu o bună înțelegere a contextului internațional și a tendințelor de ordin tehnologic, economic și geopolitic, figura 1.2

Figura 1.2 Evoluția capacităților de energie

Energia brută primară, se împarte în două categorii importante: electrică și termică.

Principalii consumatori de energie electrică sunt:

1. 43% - 45% ;
2. 15,7% - 16,5% ;
3. 12%.

Sursele regenerabile pot fi asimilate unui flux natural de energie, indiferent de tipul de sursă regenerabilă. Sistemele energetice regenerabile nu generează dioxid de carbon în atmosferă, produc puține deșeuri și poluanți care să contribuie la costuri suplimentare pentru depoluare sau să creeze probleme de sănătate.

Punerea în practică a unor strategii pentru valorificarea energiei regenerabile se înscrie în directivele dezvoltării energetice de dezvoltare ale României pe termen mediu și lung, fiind în concordanță cu măsurile adoptate la nivelul Uniunii Europene. În tabelul 1.3. sunt prezentate date privind energia disponibilă anual pentru principalele surse regenerabile, [20].

Tabelul 1.3 Energie disponibilă din surse regenerabile

Nr .crt	SURSA REGENERABILĂ	DE ENERGIE	ENERGIE LIVRATĂ (GWh/an)	REDUDEREA DE CO2 (mil tone/an)
1	HIDRAULICĂ	40 000	48	
2	SOLARĂ	1,1-5	3	
3	GEOTERMALĂ	2,5-7	5	
4	BIOMASĂ	15	255	
5	EOLIANĂ	7	19	

22. Sursele regenerabile de energie a fost împinsă către capitalizare pe o piață globală a energiei regenerabile.

- Energie fotovoltaica

Energia solară este un tip Solar energy is a type of green energy that comes from the sun. It is a renewable resource, meaning it can be used indefinitely. Solar energy is used to power homes and businesses and to produce electricity. It is also used to heat water and buildings. Solar energy is a clean source of energy and does not produce pollution. Solar energy is solar- buildings and solar farms, using the same technology to convert . O sursa de energie vedere-solara t.

Energia solară verde fotovoltaică transforma radiația solară în rad electrică, este produsă prin panouri solare fotovoltaice, figura 1.4.

Figura 1.4. Panouri fotovoltaice

Soarele poate face o diferență semnificativă:

1. Avantaje: sursa de energie este verde
2. reducerea de mentenanță redusă,
3. diferite aplicații pentru dezvoltarea unor noi tehnologii. Energia soarelui este mai prietenoasă cu mediul și din abundență, folosește panouri solare care prind energia produsă Soare pentru a produce electricitate. Energia de la soare solara poate acoperi aproape 50% din nevoile de energie.
- Oricare proces, utilizarea energiei soarelui are și dezavantajele ei.

4. Dezavantaje: investiție costisitoare.

5. De pendențe de vreme.

6. Spațiu mare de depozitare.

7. Efectul de poluare - mult mai puțin mediul înconjurător, decât alte surse.

Pentru a produce energia fotovoltaică, se folosesc - panourile solare, figura 1.5

Figura 1.5. Producerea energiei solare

Capitolul 2. Elemente componente ale unei centrale fotovoltaice

Producere de energie din surse neconvenționale -soare și vânt- este una dintre cele mai mari preocupări ale lumii, pentru generarea de electricitate cu diminuarea drastică a emisiilor de gaz cu efect de seră.

Ca urmare a concluziilor Conferinței de la Paris, țările au început să adopte diferite măsuri pentru reducerea emisiilor:

1. prin generarea electricității din surse non convenționale sau regenerabile;
2. prețul poliței pentru reduceri importante de emisii GES;
3. prețul preferențial cunoscut ca FIT-tarif care încurajează folosirea energiei regenerabile.
- 4.

2.1 Centrale fotovoltaice

Performanța unei centrale fotovoltaice trebuie evaluată luând în considerare elementele specifice ale sursei de energie primară: iradierea solară.

Astfel- datele data on sun exposure are subject to approximations generated by factors such as the accuracy of the meteorological data available for the location considered, differences in performance given by the implementation technologies of the component elements of the photovoltaic plant, the dispersion of performance within the same implementation technology, etc. privind expunerea la soare sunt supuse unor aproximări generate The actual installed power cannot be de factori.

2.2 Funcționarea panourilor fotovoltaice

Funcționarea a sistemului pfv- solar în figura 2.2.

Figura 2.2 Funcționarea simplificată a unei centrale fotovoltaice

Pot fi pozitive pe o parte și negative pe cealaltă.

Modulele ar fi proiectate să furnizeze energie solar -electrică la o anumită tensiune. Ca un sistem -obișnuit de 12 V.

Curentul electric produs depinde în mod direct de modul în care lumina ajunge la panou.

Se pot conecta un număr mare de panouri-module, pentru o rețea.

\ Principalele materiale folosite pentru fabricarea fotocelulelor sunt: siliciul, galii, arseniul, germaniul și au randamente cuprinse între 17 și 28%

2.3. ² Dimensionarea instalației fotovoltaice 1. Prima etapă în dimensionarea instalației fotovoltaice ¹⁰ este alegerea panourilor solare. Consultând oferta furnizorilor de panouri fotovoltaice alegem tipul de panou solar policristalin de 245 Wp, de dimensiuni mari, cu următoarele caracteristici:

1. $V_{mp} = 18.50 \text{ V}$
2. Putere Maxima: 245 W;
- 3.
4. Tensiune - V_{mp} : 30.5 V;
- 5.
6. Curent: 8.03 A;
- 7.
8. Tensiunea solară circuit deschis - V_{oc} : 37.3 V;
- 9.
10. Curent solar - I_{sc} : 8.60 A;
- 11.
12. Dimensiuni: 1650x992x50 mm;
- 13.
14. Greutate: 19.3 kg.

¹⁰ Următoarea etapă este aflarea numărului de module-panou, pentru necesarul de putere, de 245 Wp
 $Nr. \text{ de module-panouri} = \frac{\text{Puterea inst/}}{\text{Puterea unui modul-panou}}$

(2.1)

Rezultă un necesar de panouri fotovoltaice.

3. Determinarea suprafeței panourilor:

1. Suprafața unui panou = $W \times H \times D$
2. Suprafața modul-panoi = Suprafața unui modul-panou * Numărul total

(2.2)

4. Alegem schema de conexiuni

Alegem ² o schemă de conexiuni șiruri paralele, a câte 21 panouri fotovoltaice legate în serie pe fiecare șir:

Rezultând un număr . șiruri.

¹⁰ 7. Calculul generator - fotovoltaic

Tensiunea -a generator solar - fotovoltaic se obține folosind următoarea formula: $U_g = N_p/s * U_p$ (2.3)

Rezultând curentul generatorului I_g , din curentul generat de un panou x numărul de șiruri. Avem nevoie și de alte pentru a putea alege celelalte elemente ale instalației fotovoltaice, anume

6. Alegerea invertorului

Alege invertor ținând cont de tensiuni, anume: tensiunea curentului fotovoltaic la intrare în invertor ¹⁰ trebuie să fie egală cu tensiunea maximă a curentului dată de generatorul solar fotovoltaic.

$U_{\text{invertor}} = U_{\text{generator}} \rightarrow U_{\text{invertor}}$

O condiție de invertor ales este aceea că: puterea maximă a generatorului solar-fotovoltaic să fie mai mică decât puterea de intrare în invertor $P_{\text{invertor}} \geq 6.000 \text{ W}$

Capitolul 3. Studiu de caz- Studiu privind proiectarea unei centrale de 20 kW

Energia solară produsă depinde de expunerea panourilor la Soare, de temperatura mediului exterior și de locația în care sunt amplasate panourile. Un vârf de producție se obține la mijlocul zilei, când strălucirea e maximă, iar pe cer nu sunt nori care să umbrească panourile.

În orice locație putem identifica poziția Soarelui prin elevație și azimut. Unghiul azimut este considerat 0 pentru sud. Valoarea unghiului solar de elevație este măsurată de la orizontală, modificându-și valoarea atât pe parcursul zilei, cât și al anotimpurilor.

O schemă principală a modului de funcționare panourilor prevăzut în cadrul proiectului poate fi observată mai jos, figura 3.1.

Fig.3.1 Schema principală a producției din sursa solară

În implementarea proiectului se va avea grijă de relația cu mediu, în perioada de exploatare a centralei se va avea grijă ca vegetația să nu umbrească panourile, ceea ce ar afecta producția de energie electrică.

Creșterea radiației solare primite de panouri în funcție de înclinarea acestora, o înclinare a panourilor de 30 grade față de orizontală fiind optimă pentru panourile montate la latitudinea României, dar adaptată la condițiile de teren în urma simulărilor privind producția de energie electrică, figura 3.2.

Fig. 3. 2 - Radiația pentru panourile montate orizontal

Trebuie de asemenea avut în vedere reducerea timpilor morți în care panourile suferă o defecțiune și nu mai pot produce energie. A fost recomandat Investitorului să contracteze o societate care oferă servicii de intervenții și mentenanță, cât și inspecții tehnice periodice ale instalațiilor, figura 3.3.

Fig.3.3 Radiția pentru panourile montate la unghiul de înclinație optim

Un alt aspect care trebuie avut în vedere este îndepărtarea prafului sau al altor contaminanți de pe suprafața panourilor cu apă, prin spălare, dacă a existat o perioadă îndelungată fără precipitații (perioadă de secetă). Dacă precipitațiile cad în regim normal, de regulă, nu mai e necesară curățarea suprafețelor panourilor. Îndepărtarea prin metode chimice sau mecanice nu e recomandată, deoarece poate duce la reducerea randamentului panourilor din cauza creșterii reflectivității acestora, pierderile putând urca până la 5% din producție.

Dezasamblarea și reciclarea panourilor după ce acestea și-au atins sfârșitul perioadei de viață asigură faptul că materiale periculoase nu sunt eliberate și se poate reduce nevoie de materii brute noi. Tehnologiile de reciclare există pentru aproape toate produsele fotovoltaice.

3.1. Studiu de caz

Studiul de caz propus are obiectiv amenajarea unei capacități noi pentru producerea energiei fotovoltaice-electrice, în extravilanul localității Agigea, prin realizarea unei Centrale electrice solar-fotovoltaice cu o capacitate de 20 kW.

Racordurile electrice între modulele solar- fotovoltaice sunt legate în racordul Sistemul Energetic Național (SEN).

Centrala electrica SOALAR- fotovoltaica va fi amplasată în jurul unui oraș din sudul României, pe teren proprietate privată, unde un beneficiarul are drept de folosință.

Lucrare tratează un sistem solar- fotovoltaic de 20 kW poate produce energie pe baza energiei solare-fotovoltaice care contribuie astfel la reducerea emisiilor de gaze.

Amplasarea sistemului trebuie să țină cont de radiația solară, încât pierderea energetică să fie minimă.

Scopul este de a valorifica potențialul solar- fotovoltaic al zonei cu consecințe benefice asupra mediului. Înlocuirea energiei electrice produse în sistem clasic cu energie electrică produsă din surse verzi-regenerabile. Se realizează astfel, o centralei solara -fotovoltaice cu o capacitate de 20 kWp. Se va genera o cantitate de energie electrică verde- regenerabilă brută de 5.073.00 MWh anual.

În producerea de energie electrică vede prin conversie fotovoltaică -solară nu se provoacă emisii de substanțe poluante.

Fiecare kWh produs prin sursa solară- fotovoltaică permite evitarea răspândirii gazului de seră, a 0,3- 0,5 kg de CO₂.

Producerea a 1 kWh prin procedee tradiționale-clasice, termoelectric de ex, induce răspândirea unei mare cantități de noxe. La momentul actual în Romania, circa 20% din producția de energie- electrică este produsă prin metode tradiționale. Prin realizarea proiectului propus se pot aduce contribuții pentru comunitate, prin crearea de noi locuri de muncă, creșterea bugetului local. Se poate reamenaja infrastructura și crește potențialului turistic.

Prezentăm în figura 3.5. un amplasament cu panouri pfv fotovoltaice.

Proiectul se va dezvolta pe o suprafața de teren de aproximativ 14.42 ha. Terenul în zona este slab productiv, iar montarea centralei solare-fotovoltaice neaducând prejudicii dezvoltării agriculturii în zonă.

Din suprafața 60 % reprezintă modulele- panouri fotovoltaice, 10 % cu echipamente conexe, electrice sau alta natura, necesare pentru operarea centralei.

Rămânând disponibilă o zonă pentru dezvoltări ulterioare și care va fi întreținut ca un spațiu verde.

Figura 3.5. Panouri fotovoltaice

Alegerea panoului.

Pentru realizarea proiectului începem cu analiza ofertelor privind panourile fotovoltaice de dimensiuni mari, alegem panouri cu o capacitate de 245 Wp.

Prima caracteristică a unui panou fotovoltaic solar monocristalin de dimensiuni mari este aceea că are o putere mai mare de 80 W. Această categorie include, de asemenea, modulul care se pretează foarte bine sistemelor cu baterii mai mici, de 12V, cum ar fi un panou fotovoltaic solar monocristalin de 80 Watt și de 140 Watt, produs specializat pentru uzul industrial, precum și panou fotovoltaic solar monocristalin modern, cu o putere mai mare 250- 290 Watt pentru sisteme solare mai mari.

La apariția pe piață a panourilor puterea nominală standard pentru cele mai multe panouri era de 12 V. Totuși, un panou fotovoltaic solar monocristalin de 12 V produce mai multă putere, astfel încât tensiunea este suficientă pentru a încărca o baterie de 12V. Tensiunea importantă rămâne tensiunea Vmp, specificată în manualele de utilizare a fiecărui panou, Vmp fiind tensiunea care operează în mod optim. În consecință, un panou fotovoltaic solar monocristalin de 12V va funcționa optim la aproximativ 16 sau 17 V.

Panourile solare au fost dezvoltate, astfel încât tensiunea nominală comună a ajuns la 24 V tensiune folosită și astăzi. Aceste module vor încărca ușor o baterie de 24V, cu diferența că acestea sunt de obicei legate în serie pentru a încărca bateriile de 48V, sau folosite la pentru circuitele cu o tensiune mai mare.

De-a lungul timpului celulele solare au devenit, de asemenea, mai mari și mai puternice. Specialiștii din sectorul solar lucrează constant la structura celulelor solare, structura realizată în așa fel încât să absoarbă cât mai multă lumină. Panourile solare care folosesc celule monocristaline sunt considerate cele mai eficiente panouri solare fotovoltaice, iar pentru cele de dimensiuni mari avem o capacitate de 245W și poate fi instalat practic oriunde este nevoie de energie solară.

Numărul de panouri

După alegerea panourilor, ajungem la un calcul al numărului de panouri. Centrala electrică fotovoltaică va fi compusă din 16.695 panouri fotovoltaice, fiecare dintre ele cu o capacitate de 245 Wp. Acestea se vor monta pe o structură din profile metalice formate la rece și vor fi înclinate la 30° față de sol, orientate spre sud. Panourile vor fi grupate în șiruri de câte 21 legate în serie.

Numărul invertoarelor

Principalul factor de funcționare al panourilor fotovoltaice îl reprezintă radiația solară globală, fiind și un factor generic al climei, valori medii anuale din România cresc de la vest (cca 130 kcal.cm²), la est (peste 135 kcal.cm²) sub influența Mării Negre. Valorile radiației solare depind de

1. nebulozitatea totală;
2. numărul zilelor însoțite și acoperite;
3. de durată de strălucire a Soarelui. Nebulozitatea totală are o medie anuală care se reduce treptat dinspre vest (>5,6 zecimi) spre est (<5,2 zecimi) unde se remarcă cea mai mică valoare. Numărul mediu anual al zilelor cu cer senin crește de la vest la est :
 1. pentru Agiea avem 66 zile.
 2. Agiea avem 99 zile.
 3. Durată medie anuală de strălucire a Soarelui înregistrează o variație teritorială inversă nebulozității, valorile ei cresc de la vest la est:
 4. Agiea 2 260 ore de insolație, ușor diminuată de limitată de Marea Neagră;
 5. Cea mai mare valoare la Sfântu Gheorghe 2 502 ore, ușor diminuată pe suprafața apelor costiere ale Mării Negre.

3.4.1. Energia solară fotovoltaică

Modulele solare PV sau grupurile de celule PV sunt confecționate din material semi conductor și sunt în mod normal aranjate ca o rețea/sistem de module individuale folosite pentru a transforma radiația solară soarele în curent electric, care mai apoi este transformat în curent alternativ printr-un circuit. Un modul pentru panoul de 245 Wp este prezentat în figura 3.6.

Figura 3.6 Panou fotovoltaic

Prima celulă a fost făcută cu o eficiență de mai puțin de 4% ; de atunci, o dată cu trecerea timpului, eficiența celulei a fost îmbunătățită substanțial implicând și o scădere drastică a prețului. Celula Pv folosită în prezent are o eficiență medie cuprinsă între 15% și 20%. Funcționarea celulei fotovoltaice în figura 3.7

Figura 3.7 Funcționarea celulei fotovoltaice

Zona onă de dispunere a sistemului are o poziție geografică propice dezvoltării energiei solare deoarece este așezată într-o zonă însoțită limitată de Marea Neagră.

Zonal valorile radiației solare medii sunt de:

1. 1311 KW h/m² /an;
2. 3.6 KW h/m²/zi.

Mărimi care conduc la capacitatea de energiei solare care pătrunde în suprafața unui apartament să fie e de aproximativ: 2460 h/an și 7.2 h/zi. Transformând aceste valori în energie de consum, în funcție de eficiența conversiei/transformării PV, de circuit, cablaj și de alte pierderi ale componentelor de sistem, obținem informații legate despre variațiile anuale de energie solară.

Singura resursă naturală care va fi folosită pe toată perioada de funcționare a centralei electrice fotovoltaice este energia solară, cu ajutorul căreia se poate produce energie electrică.

Pentru punerea în funcțiune a centralei electrice fotovoltaice se va folosi energie electrică din SEN.

3.4.2. Factorii care afectează energia și prețul energiei

Factorii principali sunt:

1. Intermitența.
2. Condițiile legate de transmisie-emisie.
3. Disponibilitatea materială.
4. Costul panoului.

Intermitența este disponibilitatea resurselor solare care rezulta din variația generării energiei, depinde de disponibilitatea surselor regenerabile (ex. lumina soarelui).

Pentru a reduce orice efect negativ care ar putea rezulta din intermitența surselor de energie regenerabilă și pentru a obține utilitate maximă cât și pentru de a coordona nivelul de certitudine/fiabilitate al acestei surse, se impune un sistem de control adaptabil. Generarea electricității prin PV ar oferi o largă distribuție a energiei. O problemă importantă ar fi posibilitatea de stocare a energiei produse la un preț rezonabil.

Constrângerea, condițiile de transmisie-emisie, trebuie să fie foarte bune pentru a asigura o bună generare a energiei, putem spune că depinde de intermitență. În zonele cu intermitență slabă costul producerii energiei este mare și chiar nesustenabil financiar.

Materialul utilizat în construcția panoului fotovoltaic influențează la rândul lui generarea energiei.

Costul Pv este de asemenea un alt factor ce afectează generarea, disponibilitate și prețul acestui tip de energie. Diferite strategii guvernamentale au intervenit cu scopul de a reduce costurile sistemelor Pv. Aceste strategii implică cercetări adecvate și sustenabile și un efort de dezvoltare cu scopul de a reduce costul modulului Pv, îmbunătățind eficiența modulului sau designul. Radiația solară este cea mai importantă sursă de energie pentru toate procesele naturale de pe Pământ.

Instalațiile fotovoltaice transformă energia Soarelui direct în energie electrică, cu ajutorul unor celule din straturi de material semiconductor. Celulele fotovoltaice sunt în principiu joncțiuni P-N, fiind dopate cu anumite elemente chimice, cu suprafață mare, care captează majoritatea energiei solare cu ajutorul culorii închise. Lumina creează un câmp electrostatic în aceste straturi, determinând apariția unei diferențe de potențial și astfel fiind încurajată circulația curentului electric. Celulele fotovoltaice sunt conectate în serie sau în paralel, după caz, în interiorul panourilor pentru a ajunge la puterea necesară pentru uz în diverse aplicații.

Capacitatea de putere electrică generată de o celulă este determinată de intensitatea luminii, un sistem fotovoltaic poate opera și în zilele în care soarele este mai puțin strălucitor sau zilele ploioase/înnorate cu ajutorul luminii reflectate de la Soare.

Sistemul de panouri fotovoltaice are 4 elemente principale:

1. panourile fotovoltaice;
2. invertorul/invertoarele;
3. structura metalică;
4. legătura la rețeaua electrică.

Centrala electrică fotovoltaică a avut următoarele componente principale:

1. Panouri fotovoltaice: 44448 unitati de 585 Wp, putere per panou la varf in conditii STC.
2. Invertoare: 78 unitati, fabricație Power, 800Vac, putere nominala in c.a. = 275 kW/invertor.
3. Structura metalică este de tip structură fixă cu orientarea E-V - 2V24, formată din 926 mese individuale sau 463 mese complete. O masă completă va permite așezarea a 96 de panouri, respectiv câte 48 de panouri pe fiecare masă individuală Est sau Vest.
4. Aparatura de comutație și protecție.
5. Sistem de achiziție a datelor, monitorizarea electrică și monitorizarea parametrilor atmosferici.
6. Stațiile meteorologice echipate, în principal, cu senzori de radiație solară, temperatură ambientală, temperatură, vânt.
7. Rețea electrică de curent continuu de racordare între panouri și invertoare. Rețea electrică de curent alternativ de joasă tensiune de la invertoare pana la posturile de transformare.
8. Patru posturi de transformare: 3 cu cate doua unitati de transformare ridicatoare, de la 0.8kV la 20kV - 2 x 3150 kVA si 1 cu o unitate de transformare ridicatoare, de la 0.8kV la 20kV - 1 x 3150 kVA.
9. Rețea electrică de medie tensiune între posturile de transformare si punctul de conexiuni.
10. Punctul de conexiuni - nu face scopul prezentului proiect.

Conform ATR racordul va fi realizat cu cabluri 20 kV 2x3x1x400 mmp (cablu cu izolație uscată din polietilena reticulata XLPE, cu manta exteriora din PE, cu rezistenta marită la propagarea flacarii, cu sectiunea de 400 mmp) între cele 2 secții de bara ale punctului de conexiune din parcul fotovoltaic. Celulele 20 kV aferente din statia de transformare 110/20 kV Deva. Punctul de delimitare între Rețele si Utilizator este la papucii de legatura ai cablului 20 kV in celulele 20 kV din statia 110/20kV.

Panourile produc curent continuu.

Pentru a putea fi preluata de rețeaua SEN de transport -distributie iar apoi folosita de consumatori, aceasta energie continua trebuie sa fie convertita in curent alternativ, figura 3.8.

Figura 3.8 Schema de conversie radiației

Instalația solară fotovoltaică (CEF) a avut următoarele caracteristici tehnice generale:

1. Putere fotovoltaic F-BH pfv-Bifacial Series - 585W, Ppv=0,585 kWp;
2. Număr pfv = 44448 buc. (0,585 kWp);
3. Putere pfv- curent continuu P=26.002,080 kWp;
4. Tensiune inv pfv : 1500 Vc.c.;
5. Tens inv cc: 1190 Vc.c.;
6. Tens inv c a: 800 Vc.a.;
7. Nr invert- p: 78 buc. ;
8. Pi c.a. = 21.450,00 kW;
9. P conform standardelor = 18.700,00 kW.

Transformarea energiei solare → energie electrică se face prin procesul tehnologic ilustrat în figura 3.9.

Figura 3.9 Proces tehnologic

Panourile solare- fotovoltaice au rolul de a primi energia verde-solară și se montează în partea superioară a structurii. Structura este metalică, fără a avea elemente sau obstacole care pot conduce la umbriri. Structura metalică fixă cu orientare est-vest va avea:

- suportii metalici în pământ,
- cu distanț dintre pământ și modul -panou de 70 cm.
- Înclinația modurilor- panourilor este de 11°E și 11°V, montate la un azimut de -90°/+90°.

Panourile fotovoltaice se vor lega în string-uri și racorda în intrările de c.c. din invertoare, acestea fiind amplasate pe stalpii structurii panourilor cu elemente de prindere, inspre capatul meselor. Cablurile de c.a. dintre invertoare și posturi vor avea, de regulă, traseul alăturat aleilor.

Se monteaza 4 posturi de transformare ridicatoare de tensiune 0,8 kV la 20 kV, dintre care PT1/PT2/PT3 echipate cu câte 2 transformatoare de 3150 kVA si PT4 echipat cu transformator de 3150 kVA.

Acestea se vor amplasa la marginea aleilor, cât mai centralizate pe zone ale parcului pentru a optimiza fluxurile de cabluri. Cablurile de medie tensiune vor urma pe cât posibil aleile din parc și vor respecta distanțele minime de pozare din NTE 007/08/00.

Sistemul de monitorizare a datelor va fi conectat la o sursă de internet a avea acces la date în orice moment. Personalul autorizat isi va forma o arhivă cu evoluția datelor.

Modulele fotovoltaice

Din calcul a rezultat necesitatea utilizari a 44448 module fotovoltaice din siliciu monocristalin, cu putere unitară nominală instalată 585Wp.

Panourile- modul fotovoltaice- solare sunt montate pe structuri metalice. Acestea care sunt fixate in teren prin intermediul unor piloti metalici corespunzator dimensionati

Modulele fotovoltaice se vor conecta în 1852 stringuri (șiruri) a câte 24 de panouri în serie (regula fiind ca fiecare masă să fie echipată cate 96 panouri (4x24), nefiind astfel necesar sa se formeze stringuri între mese diferite), fiind racordate la intrările de c.c. ale invertoarelor. Fiecare string se va racorda în propria intrare MPPT a invertorului. Conectorii solari utilizati pentru realizarea stringurilor sunt de tip HCB40 si MC4-EVO2A, figura 3.10.

Figura 3.10 Conectori HCB40 si MC4-EVO2A

MPPT- se vor monta în așa fel ca stringurile să aibă același număr de panouri și aceeași orientare, realizarea conexiunilor de DC la MPPT-urile

invertoarelor este prezentat în figura 3.11.

Figura 3.11 Conexiuni DC

În cadrul proiectului, având 20/24 de stringuri per invertor se va ține cont de regula de conectare prezentată în manualul de instalare, impusă de producător.

Invertoarele de putere

Invertoarele respecta datele tehnice ale producătorilor cu injecție de putere activă în rețea, conform Ordinului ANRE nr. 228/2018. Transformarea tensiunii de utilizare a panourilor-modulelor fotovoltaice din tensiune electrică continuă - tensiune electrică alternativă se face utilizând 78 invertoare de putere unidirecționale, având caracteristicile tehnice conform fisei tehnice anexată documentației, toate fiind de aceeași fabricație și tip.

Invertoarele sunt pe structura metalică a panourilor cu ajutorul profilelor de prindere conform detaliului anexat.

Invertoarele debitează energie electrică numai în cazul existenței tensiunii electrice de rețea a distribuitorului. În cazul în care apare o întrerupere a furnizării sau un defect, acestea vor decupla automat. Tensiunea de rețea este luată ca referință de invertoare (faza, frecvența, amplitudine, succesiune faze). Prin programarea invertoarelor se menține activă protecția anti - insularizare, iar schema internă a invertorului în figura 3.12.

Figura 3.12 Schema invertor

Posturile de transformare

Posturile de transformare au rolul de a cumula invertoarele din parc și de a transforma tensiunea alternativă de la 0,8 kV la nivelul de 20kV pentru a putea racorda la SEN, cât și pentru alimentarea serviciilor interne ale centralei fotovoltaice (CEF).

CEF are în componență 4 posturi de transformare prefabricate în anvelopa de beton - PTAB/PTPB (3xPTPB 2x3150kVA 20/0,8kV și 1xPTPB 1x3150kVA 20/0,8kV),.

Acestea sunt racordate în sistem ⁵ buclă 2 cate 2 la punctul de conexiuni- conform planurilor de situație și schemelor monofilare atasate prezentei documentații cu cabluri tip A2XS(FL)2Y 3x1x 185mm²/ A2XS(FL)2Y 3x1x300mm² ³ A2XS(FL)2Y 3x 1x400mm² pozate în pământ, în treflă.

Punctul de delimitare între Rețele și Utilizator este la papucii de legătură ai cablului 20 kV în celulele 20 kV din stația 110/20kV.

Fundațiile posturilor vor fi realizate în concordanță cu indicațiile producătorului.

Echipamentele montate în PT-uri vor fi exploatate din interior, posturile fiind echipate cu respectarea schemei electrice din planșa IE04 și anexa "Documentația tehnică PTPB".

PT NR. 1 - 0,8/20kV, 2X3150kVA:

- 2 x Celulă de linie I echipată cu:
 - Separator de sarcină 630A cu acționare manuală și motorizată 230 VAC;
 - Contacte auxiliare;
 - Indicator de prezență tensiune cu contact auxiliar transmitere la SCADA;
 - Indicator de scurtcircuit FLAIR 23DM cu contact auxiliar transmitere la SCADA.
- 2 x Celulă de transformator D echipată cu:
 - Întreruptor fix 200A, cu acționare manuală și motorizată 230 VAC;
 - Contacte auxiliare;
 - Releu VIP410 A cu autoalimentare și comunicare;
 - Senzori de curent 200/1A;
 - Indicator de prezență tensiune cu contact auxiliar transmitere la SCADA.
- 2 x Transformator în ulei etans, 20/0,8 KV, IP00, 3150 KVA, DY11, borne ambrosabile pe medie tensiune, înfășurări AL/AL, pierderi ECO TIER II, DMCR;
- 2 x Tablou de distribuție de joasă tensiune echipat cu:
 - Întreruptor automat tripolar, debrosabil, cu acționare manuală și motorizată 230VAC; bobina de declansare 230VAC, 2500A/800V; unitate declansare; Ir=1000-2500 A;
- 12 x Separatoare tripolare verticale, cu montare pe bare de cupru, cu acționare simultană, cu surub M12 la partea inferioară pentru conectare cabluri. Grupa 3 echipate cu fuzibil 250A gG.

PT NR. 2 - 0,8/20kV, 2X3150kVA:

- 2 x Celulă de linie I echipată cu:
 - Separator de sarcină 630A cu acționare manuală și motorizată 230 VAC;
 - Contacte auxiliare;
 - Indicator de prezență tensiune cu contact auxiliar transmitere la SCADA;
 - Indicator de scurtcircuit FLAIR 23DM cu contact auxiliar transmitere la SCADA.
- 2 x Celulă de transformator D echipată cu:
 - Întreruptor fix 200A, cu acționare manuală și motorizată 230 VAC;
 - Contacte auxiliare;
 - Releu VIP410 A cu autoalimentare și comunicare;
 - Senzori de curent 200/1A;
 - Indicator de prezență tensiune cu contact auxiliar transmitere la SCADA.
- 2 x Transformator în ulei etans, 20/0,8 KV, IP00, 3150 KVA, DY11, borne ambrosabile pe medie tensiune, înfășurări AL/AL, pierderi ECO TIER II, DMCR;
- 2 x Tablou de distribuție de joasă tensiune echipat cu:
 - Întreruptor automat tripolar, debrosabil, cu acționare manuală și motorizată 230VAC; bobina de declansare 230VAC, 2500A/800V; unitate declansare; Ir=1000-2500 A;

- 12 x Separatoare tripolare verticale, cu montare pe bare de cupru, cu actionare simultana, cu surub M12 la partea inferioara pentru conectare cabluri. Grupa 3 echipate cu fuzibil 250A gG.

PT NR. 3 - 0,8/20kV, 2X3150kVA:

- 2 x Celulă de linie I echipata cu:
- Separator de sarcina 630A cu actionare manuala si motorizata 230 VAC;
- Contacte auxiliare;
- Indicator de prezenta tensiune cu contact auxiliar transmitere la SCADA;
- Indicator de scurtcircuit FLAIR 23DM cu contact auxiliar transmitere la SCADA.
- 2 x Celulă de transformator D echipată cu:
- Întreruptor fix 200A, cu actionare manuala si motorizata 230 VAC;
- Contacte auxiliare;
- Releu VIP410 A cu autoalimentare si comunicare;
- Senzori de curent 200/1A;
- Indicator de prezenta tensiune cu contact auxiliar transmitere la SCADA.
- 2 x Transformator in ulei etans, 20/0,8 KV, IP00, 3150 KVA, DY11, borne ambrosabile pe medie tensiune, infasurari AL/AL, pierderi ECO TIER II, DMCR;
- 2 x Tablou de distributie de joasă tensiune echipat cu:
- Întreruptor automat tripolar, debrosabil, cu actionare manuala si motorizata 230VAC; bobina de declansare 230VAC, 2500A/800V; unitate declansare; Ir=1000-2500 A;
- 12 x Separatoare tripolare verticale, cu montare pe bare de cupru, cu actionare simultana, cu surub M12 la partea inferioara pentru conectare cabluri. Grupa 3 echipate cu fuzibil 250A gG.

PT NR. 4 - 0,8/20kV, 1X3150kVA:

- 2 x Celulă de linie I echipata cu:
- Separator de sarcina 630A cu actionare manuala si motorizata 230 VAC;
- Contacte auxiliare;
- Indicator de prezenta tensiune cu contact auxiliar transmitere la SCADA;
- Indicator de scurtcircuit FLAIR 23DM cu contact auxiliar transmitere la SCADA.
- 1 x Celulă de transformator D echipată cu:
- Întreruptor fix 200A, cu actionare manuala si motorizata 230 VAC;
- Contacte auxiliare;
- Releu VIP410 A cu autoalimentare si comunicare;
- Senzori de curent 200/1A;
- Indicator de prezenta tensiune cu contact auxiliar transmitere la SCADA.
- 1 x Transformator in ulei etans, 20/0,8 KV, IP00, 3150 KVA, DY11, borne ambrosabile pe medie tensiune, infasurari AL/AL, pierderi ECO TIER II, DMCR;
- 1 x Tablou de distributie de joasă tensiune echipat cu:
- Întreruptor automat tripolar, debrosabil, cu actionare manuala si motorizata 230VAC; bobina de declansare 230VAC, 2500A/800V; unitate declansare; Ir=1000-2500 A;
- 13 x Separatoare tripolare verticale, cu montare pe bare de cupru, cu actionare simultana, cu surub M12 la partea inferioara pentru conectare cabluri. Grupa 3 echipate cu fuzibil 250A gG.

PC - 20KV

Punctul de conexiuni este prezentat in schema monofilara anexata prezentului proiect cu caracter informativ intrucat face obiectul unui proiect separat. Releele de protecție din PC vor avea funcțiile de protecție necesare conducerii unei centrale fotovoltaice și vor fi reglate conform dispozițiilor de reglaj impuse.

Terminalele numerice de protecție VIP 410 pentru celulele de transformator au port de comunicație Modbus RS485 și vor fi preluate în sistemul SCADA central din clădirrea O&M; releele îndeplinesc următoarele funcții de protecție:

- Protecție maximală de curent netemporizată / temporizată (50/51)
- Protecție maximală homopolară (51N)

Protecție la suprasarcina (49T)

Conductoarele solare se vor fixa in spatele panourilor de structura metalica, iar la trecerile dintre mese vor fi protejate in tuburi.

Un șir / string este considerat ca fiind conexiunea cablului de curent continuu special conceput pentru centralele fotovoltaice prin interconectarea în serie a modulelor fotovoltaice la intrarea inverterului. Aceste cabluri sunt rezistente la UV, dar totuși au fost instalate astfel încât să se evite expunerea directă la soare, acolo unde este necesar s-a considerat o protecție mecanică prin utilizarea de tuburi rezistente la UV.

Racorduri inverter - Post de transformare

Invertoarele se vor conecta in tablourile JT aferente posturilor de transformare 0,8/20kV 2x3150kVA / 1x3150kVA nou proiectate, prin intermediul cablurilor de energie. Invertoarele vor fi alimentate in sistem IT (rete de tratare cu neutru izolat), avand racordate fazele L1, L2, L3 la tablourile de 0.8kV din PT, iar PE se va asigura local cu un electrod vertical in zona inverterului, legat la priza de pamant generala.

Cablurile JT vor fi pozate direct in pamant la o adancime minim de 0,8m in functie de profilul santului, peste care va fi un strat de nisip de 10 cm, iar folia avertizoare va fi asezata la adancimea cea mai mica. Santul va avea latimi diferite, in functie de numarul de cabluri pozate, conform planurilor cu detalii de executie.

18 La pozarea cablurilor subterane se vor respecta prevederile normativului - NTE 007/08/00 - Normativ pentru proiectarea și execuția rețelelor de cabluri electrice, privind condițiile de coexistență a rețelelor electrice și celelalte instalații existente în zonă.

Traseele de cablu au avut în vedere respectarea distanțelor normate față de instalațiile din zonă.

⁹ Distanțele față de instalațiile edilitare, în conformitate cu NTE 007/08/00 sunt: - În plan orizontal - 0,5 m față de apă și canal - 1,5 m față de termoficare

- 1,0 m față de fluide combustibile
- 1,0 m față de gaze, iar pentru cablurile montate în tuburi 1,5- 3m funcție de presiunea gazului. - În plan vertical
- 0,25 m față de apă și canalizare
- 0,5 m față de termoficare
- 0,2 m față de termoficare cu apă fierbinte
- 0,25 m față de gaze.

Racorduri medie tensiune

CEF are în componența 4 posturi de transformare prefabricate în anvelopa de beton - PTPB (3xPTPB 2x3150kVA 20/0,8kV și 1xPTPB 1x3150kVA 20/0,8kV), amplasate pe domeniul solicitantului. Acestea se vor racorda în buclă 2 câte 2 la punctul de conexiuni conform planurilor de situație și schemelor monofilare ⁵ A2XS(FL)2Y 3x1x 185mm²⁴ A2XS(FL)2Y 3x1x 300mm² XS(FL)2Y 3x1x400mm² pozat în pamant, în treflă.

Instalație electrică de iluminat

Fiecare post de transformare va fi echipat cu un proiector LED pentru asigurarea iluminatului zonei de acces a acestuia. Acționarea acestuia se va face prin intermediul unui senzor crepuscular.

Instalație electrică de securitate

Sistem antiefracție

Sistemul antiefracție îmbină tehnologii avansate cu scopul de a oferi un nivel ridicat de protecție la orice amenințare. Prevenirea accesului neautorizat, detectarea intruziunilor, alertarea evenimentelor nedorite și creșterea siguranței sunt câteva funcții principale ale sistemului. Cu ajutorul elementelor de detecție (automate sau manuale), echipamentul central permite alertarea optică și acustică cu ajutorul echipamentelor dispozitivelor, în cazul tentativelor de efracție. Elementele de afișaj și comandă permit vizualizarea în timp real a statusului sistemului dar și modificarea programului de funcționare (armare / dezarmare).

Sistem televiziune cu circuit închis

Principalele funcții ale sistemului de televiziune cu circuit închis sunt de monitorizare, prevenire și descurajare a incidentelor. Sistemul de televiziune cu circuit închis permite vizualizarea în timp real a imaginilor din zonele de interes. În componența sistemului de televiziune cu circuit închis se află echipamentul central de interconectare a elementelor din câmp (înregistrator), echipament de stocare a imaginilor (HDD), camere video, echipament de vizualizare a imaginilor (monitor) și echipamente de alimentare cu back-up.

Proiectul detaliat al instalației electrice de securitate va fi elaborat într-un document distinct, care va fi transmis separat, în conformitate cu cerințele specificate.

Instalații de legare la pamant

⁵ Se va realiza o priză de pământ artificială conform planurilor. Aceasta va avea ⁵ un contur paralel cu gardul, conține electrozi verticali - suplimentari din OL-Zn.

Se vor fi realizat benzi de dirijare a potențialelor electrice și la intersecțiile dintre ele, respectiv cu conturul se vor racorda prin alt intermediar, de tipul unui electrod vertical.

⁵ Instalația de legare la pământ fiind comună cu prizele pentru paratrăsnete, rezistența de dispersie va fi $R_p \leq 1\Omega$.

Conform normativului în vigoare, - Îndreptă ²⁷ de proiectare și execuție a ¹⁴ instalațiilor de legare la pământ: ¹⁴ adâncimea de îngropare a electrozilor verticali trebuie să fie $h \geq 0,8$ m, considerată de la capătul superior al electrodului până la suprafața solului, iar ¹⁴ adâncimea de îngropare a electrozilor orizontali este de preferință $0,8 - 1,0$ m.

La această priză de pământ proiectată, s-a legat noul de lucru și protecție al invertorului, carcasa metalică (masa) a acestuia, cât și structura metalică a maselor de fixare a panourilor fotovoltaice.

Legătura dintre componentele metalice aferente structurii modulelor fotovoltaice se poate realiza în siguranță. Se utilizează benzi din oțel zincat 30x3mm, pozat, la adâncimea minimă de 0,9m, de-a lungul câmpurilor cu module fotovoltaice. Conexiunea între structura metalică și banda OL-Zn de legare la pământ se va face prin dublă prindere (E-V) cu ajutorul ansamblurilor de șuruburi-piulițe-șabie M12 care va realiza contactul între platbanda și structura metalică.

Conexiunea invertorului (borna PEN) la priza de pamant locală se va realiza prin intermediul celui mai apropiat pilot al structurii metalice de susținere a acestuia. Pentru conectarea platbandei OL-Zn 30x3mm și a RV-K 120 mm² cu protecție UV (ultimul reprezentând conductorul PEN de la invertor). Cablul va fi protejat la capete cu tub termocontractibil verde-galben pe ultimii 10 cm ai fiecărui capăt și fixat pe structura cu ajutorul colierelor PVC cu protecție UV.

Legătura la priza de pamant între două mese de panouri apropiate se va realiza prin conductor flexibil RV-K 16 mm² și ansamblurilor de șuruburi-piulițe-șabie M6.

Secțiunea minimă a conductoarelor de protecție nu trebuie să fie mai mică de cea stabilită de Normativul 1RE-Ip 30/2004 sau decât cea rezultată din calcule. Instalația de împământare a PT-urilor va fi conectată și integrată în instalația de împământare a parcului fotovoltaic, descris mai sus. Se precizează faptul că electrozii orizontali ce formează contururile prizei de pământ locale la PT vor avea dimensiuni de 40x4mm.

Conductorul de împământare va fi prevăzut cu piesa de separație într-o poziție accesibilă, manevrabilă cu un instrument, care se poate utiliza în caz de măsurători electrice. Colectorul sau nodul principal de împământare trebuie să fie constituit dintr-o clemă sau o bară. La colectorul sau la nodul principal de împământare trebuie să fie legate:

- conductorul de împământare;
- conductorii de protecție;
- conductorii echipotențiali.

Legătura echipotențială suplimentară într-o instalație poate să fie garantată de asemenea, de mase externe de tip permanent, ca de exemplu structuri metalice, sau dintr-o combinație a acestora cu conductori suplimentari.

Sistemul principal de împământare constă de obicei în conductori și tije îngropate și structurile de susținere a panourilor metalice interconectate. Spre deosebire de un sistem obișnuit de împământare a unei stații, suprafața mare acoperită de un parc fotovoltaic face imposibilă instalarea plaselor metalice

îngropate pentru a obține un plan echipotențial a crește siguranța.

Fiecare rând de mese și structuri de susținere va fi legat de sistemul principal de împământare, prin intermediul platbandei OL-Zn 30x3 mm ce va crea profile transversale cu stâlpii de susținere ai structurilor metalice. În cazul de față, parcul fotovoltaic deține PT-uri pentru evacuarea energiei produse în rețeaua electrică de distribuție a energiei electrice, prin urmare, se va conecta sistemul de împământare al parcului fotovoltaic la cel al PT-urilor din parc. Gardul metalic care înconjoară suprafața ocupată de modulele fotovoltaice va necesita împământare suplimentară, iar împământarea gardului trebuie să fie conectată și instalată cât mai aproape posibil de sistemul principal de împământare pentru a minimiza pericolele de tensiune de atingere cauzate de defecțiunile din apropiere, potențialele de transfer.

Instalații de protecție împotriva loviturilor de trăsnet

Conform analizei de verificare a necesității implementării unui sistem de protecție împotriva trăsnetelor, realizată pe baza normativului I7/2011, corelat cu IEC62305-2, reiese faptul că o soluție în acest sens nu este eficientă din punct de vedere economic și din punct de vedere investițional, nu este necesară montarea unui astfel de sistem. Cu toate acestea, pentru protecția personalului, respectiv protecția principalelor clădiri și echipamente, se prevăd 4 paratrăsnete tip PDA în proximitatea punctului transformare.

Sistemul de protecție împotriva loviturilor de trăsnet va fi realizat din paratrăsnet tip PDA, în conformitate cu I7-2011 - Normativ pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor electrice aferente clădirilor, având nivel de protecție IV conform I20-2000 - Normativ privind protecția construcțiilor împotriva trăsnetului și rază de protecție cca. 107m. Fiecare va avea în componență următoarele:

1. PDA Integrat Electric 60μs;
2. Adaptor inox două coborări;
3. Catarg inox simplu 2 ml Φ33.7mm;
4. Piesa de centrare coborare, Φ33.7m;
5. Stâlp galvanizat 6m cu flansa + sistem fixare;
6. Conductor rotund aluminiu 10 mm;
7. Electrode de împământare 2m.

Nivelul de Protecție este asociat cu probabilitatea acceptată a loviturii de trăsnet pe o structură. Nivelul de protecție III sau IV va putea capta trăsnetul cu un curent asociat ridicat, dar un flash (ramificație) cu un curent asociat slab poate evita Sistemul de Protecție împotriva Trăsnetului și lovi structura. Tabelul următor arată razele de protecție ale paratrăsnetului cu dispozitiv de amorsare, tabel 3.1.

Tabel 3. 1 - Raze de protecție paratrăsnet

Fiecare coborâre a PDA trebuie să aibă cel puțin o legătură la o priză de pământ (electrod vertical individual). Dacă se utilizează coborâri naturale, PDA se leagă la partea superioară direct la structura metalică, iar aceasta se leagă la partea inferioară la priza de pământ. De la nivelul cutiei cu eclisă, conexiunea la electrozii verticali se va realiza cu ajutorul platbandei OL-Zn 40x4mm.

Capitolul 4. Monitorizare și reglare automată

Sistem SCADA

Datorită naturii sale, energia generată de centralele fotovoltaice fluctuează. Pentru a face față influenței pe care aceste fluctuații o cauzează rețelelor electrice, operatorii de sisteme de transport și distribuție a energiei electrice au instituit măsuri și coduri naționale și internaționale de rețea, care descriu un set de reguli și standarde pe care instalațiile de producție trebuie să le îndeplinească pentru a asigura stabilitatea și fiabilitatea furnizării energiei electrice către consumatorii finali.

Având în vedere că puterea instalată este mai mare de 5 MW, CEF este considerată unitate dispecerizabilă, adică va participa și la echilibrarea balanței producție - consum. Pentru aceasta CEF a fost dotată cu regulatoare automate, bazate pe echipamente digitale de ultimă generație, și vor fi încărcate/descărcate, în baza regulilor de operare pentru a asigura echilibrul producție - consum.

Sistemul de monitorizare a puterii se va monta în interiorul fiecărui post de transformare, cu fixare pe perete și constă într-un dispozitiv de comandă și control model Data Logger, fiind montată 1 buc./trafo.

Comunicația între invertoare se realizează prin PLC (Power Line Communication) între invertoare și Data Logger, respectând lungimea maximă 1000 m a cablurilor de forță până la tablourile de distribuție de joasă tensiune 0,8 kV.

Cladirea O&M va fi echipată cu un dulap comunicații și SCADA, cu alimentare de rezervă prin UPS 230Vac; se prevede un switch de fibra optică și ethernet, RTU/PPC care utilizează protocolul de comunicație IEC 61850 pentru comunicația cu terminalele numerice de protecție, IEC 60870-5-104 (dacă este necesară pentru comunicația cu SCADA din PC 20 kV) și Modbus pentru comunicația cu alte echipamente din parc, cât și un router 3G/4G.

În fiecare post de transformare este pregătit un tablou UCMT, cu alimentare de rezervă prin UPS 230Vac; se prevede un switch de fibra optică și ethernet, plus un echipament gateway. Astfel se va asigura preluarea releelor de protecție și dataloggerelor în scopul comunicației cu dulapul SCADA central.

Figura 3.11 Topologie sistem comanda control PPC-SCADA

Funcții de control

Funcții de control al puterii active P

Regulatorul (PPC) asigură controlul puterii active la punctul de conexiune/schimb cu rețeaua publică prin transmiterea de consemne/valori de referință a puterii active către invertoare prin intervalul dispozitivelor EzLogger ce vor utiliza pentru comunicația cu invertoarele cablurile de forță prin intermediul PLC (Power Line Communications).

PPC permite creșterea sau scăderea puterii active la punctul de delimitare în trepte predefinite, ca procent (%) din puterea nominală sau MW/kW, cu o rampă predefinită sau ajustabilă de către personalul de exploatare.

PPC poate gestiona valorile de referință date de operatorul rețelei sau dispecer, cum ar fi 100%, 70%, 50%, 30% și 0% etc. Aceste valori de referință vor fi realizate din orice punct de funcționare, în orice mod de funcționare, urmărind în mod strict caracteristica P-Q a CEF.

PPC are următoarele moduri de control al puterii active:

1. Control rampă cu punct maxim de funcționare (control MPPT)

2. Limitarea puterii active (reducere) (limita P)

3. Reglaj P-f (reglaj primar putere - frecvența)

4. Limitarea puterii active fără feedback (buclă P deschisă)

5. Caracteristici principale:

 Timpul de răspuns al modificărilor punctului de referință < 0.5s

 Parametrii de control în buclă închisă și rampele, accesibile la nivel de HMI

 Bucla de reglare continuă PID

 Control de la distanță - remote setpoint.

Reglaj P-f

În acest mod de funcționare PPC asigură controlul puterii active funcție de valoarea frecvenței măsurate. Astfel, atunci când acest mod de reglare este activ, valoarea consemnului de putere activă va fi corectată automat cu valoarea contribuției de P datorită deviației de frecvență față de frecvența nominală 50Hz. Valoarea statisticului este un parametru ce poate fi modificat din interfața HMI către personalul de exploatare.

Q night (STATCOM)

Modul de putere reactivă pe timp de noapte permite parcului fotovoltaic să genereze putere reactivă pe timp de noapte. Aceasta este o funcție de suport al rețelei pentru compensarea statică a racordului LEC între CEF și stația de conexiune. Comanda de activare a acestui mod și valoarea de referință a puterii reactive pot fi transmise de la distanță sau se pot activa automat. PPC va porni toate invertoarele în modul Q night/STATCOM, ceea ce înseamnă că partea DC este deconectată, doar partea AC este conectată la rețea. În acest mod, puterea activă din rețea va fi utilizată pentru a genera putere reactivă, care va fi apoi utilizată pentru compensarea LEC.

Acest mod de funcționare este disponibil numai dacă invertoarele pot funcționa în modul Q night/STATCOM.

Reglaj puterii reactive Q și a tensiunii U

Regulatorul PPC oferă diverse funcții pentru a regla puterea reactivă în punctul de conexiune, pentru a sprijini la stabilitatea tensiunii rețelei sau pentru a îndeplini condițiile speciale ale contractului de racordare. Reglarea puterii reactive este, de asemenea, un instrument eficient pentru reglarea tensiunii în interiorul parcului fotovoltaic. Reglarea puterii reactive se realizează cu valorile maxime ale puterii reactive realizabile, în funcție de factorul de putere și în limitele diagramei P-Q a invertorului/CEF dar și ținând cont de limitele de saturație ale instalației fotovoltaice.

Regulatorul Q/U are următoarele moduri de funcționare:

- Controlul puterii reactive (control Q)
- Controlul tensiunii (controlul tensiunii)
- Control factor de putere (control PF)
- Controlul puterii reactive în funcție de tensiunea rețelei (Q-V-Control)
- Controlul puterii reactive în funcție de tensiunea rețelei cu limită (Q-V cu control limită)
- Controlul puterii reactive în funcție de puterea activă a rețelei (control QP)
- Limitarea puterii reactive fără feedback (buclă Q deschisă)

Modurile de funcționare Q-V, Q-V limită, QP și Q în bucla deschisă depind de existența acestor capacități la nivelul invertoarelor.

Managementul alarmelor și evenimentelor

Sistemul este astfel conceput încât să accepte notificarea/recepționarea de mesaje de diagnostic de la echipamentele din câmp - acestea sunt atât notificări spontane de la invertoare/relee de protecție (alarmă/defecțiune) cât și anomalii detectate automat de sistemul însuși (de obicei probleme de comunicație).

Evenimentele sunt clasificate în una dintre următoarele secțiuni:

- Alarmă
- Avertizare
- Defecțiune
- Anomalie
- Informație

Evenimentele se bazează pe declanșatori/triggere, ceea ce înseamnă că un eveniment este generat atunci când declanșatorul aferent este TRUE. În mod implicit, evenimentul este creat în **"NotAcknowledged - Not normal state"**. Evenimentul revine la normal când declanșatorul inițial revine la FALSE. Trecerea de la **"NotAcknowledged"** la **"Acknowledged"** depinde de personalul de exploatare care emite comanda **"ACK"**. Când evenimentul este în starea **"Confirmat - Normal"**, acesta poate fi închis. Închiderea unui eveniment înseamnă arhivarea acestuia, comunicație invertorare cu Data Logger

Se prezintă concepția, principiile și detaliile tehnice necesare pentru realizarea în tehnologie numerică a sistemelor de automatizare și SCADA asociate proceselor de producere a energiei electrice din cadrul centralelor electrice fotovoltaice prin precizarea principalelor funcțiuni care trebuie îndeplinite de aceste instalații și impunerea unor principii de proiectare, cerințe tehnice și de performanță, dotări hardware și software minimale care pot asigura realizarea acestor funcțiuni în condiții de fiabilitate ridicată, eficiență și siguranță în exploatare.

Schema bloc de reglare-P-

În figura de mai jos se prezintă în mod sintetic schema bloc de reglare implementată în regulatorul digital, unde:

- Pcon - referința de putere activă recepționată de la operatorul de sistem de distribuție/transport și/sau consemnul de putere activă dispus de la nivelul DLC.
- Pmas - puterea activă măsurată în punctul de conexiune cu rețeaua publică.
- fmas - frecvența măsurată în punctul de conexiune cu rețeaua publică.
- Qcon - referința de putere reactivă recepționată de la operatorul de sistem de distribuție/transport și/sau consemnul de putere reactivă dispus de la nivelul DLC.
- Umax - tensiunea măsurată în punctul de conexiune cu rețeaua publică.
- Cos(Φ)con - referința de factor de putere a CEF.

Figura 3. 12 - Schema bloc reglare P

Reglarea puterii active se face în mod implicit cu "reglajul primar f-P" activ, acesta din urma putând fi activat/dezactivat de către dispecer la cerere. Activarea/dezactivarea reglajului primar f-P permite ca generatorul, în ansamblu lui format din n invertoare, să răspundă la creșterile și/sau scăderile de frecvență în domeniul 49.8-50.2 Hz.

Răspunsul (ΔP) la creșterile, respectiv scăderile de frecvență măsurate în punctul de conexiune depinde de statismul - s - setat și de banda moartă în frecvență - bp.

Funcții de control

Funcții de control al puterii active P

Regulatorul (PPC) asigură controlul puterii active la punctul de conexiune/schimb cu rețeaua publică prin transmiterea de consemne/valori de referință a puterii active către invertoare prin intervalul dispozitivelor EzLogger ce vor utiliza pentru comunicația cu invertoarele cablurile de forță prin intermediul PLC (Power Line Communications).

PPC permite creșterea sau scăderea puterii active la punctul de delimitare în trepte predefinite, ca procent (%) din puterea nominală sau MW/kW, cu o rampă predefinită sau ajustabilă de către personalul de exploatare.

PPC poate gestiona valorile de referință date de operatorul rețelei sau dispecer, cum ar fi 100%, 70%, 50%, 30% și 0% etc. Aceste valori de referință vor fi realizate din orice punct de funcționare, în orice mod de funcționare, urmărind în mod strict caracteristica P-Q a CEF.

PPC are următoarele moduri de control al puterii active:

Control rampă cu punct maxim de funcționare (control MPPT)

Limitarea puterii active (reducere) (limita P)

Reglaj P-f (reglaj primar putere - frecvență)

Limitarea puterii active fără feedback (bucă P deschisă)

Caracteristici principale:

Timpul de răspuns al modificărilor punctului de referință < 0.5s

Parametrii de control în buclă închisă și rampele, accesibile la nivel de HMI

Bucă de reglare continuă PID

Control de la distanță - remote setpoint

Control rampă (control MPPT)

În acest mod, PPC va porni toate invertoarele la putere maximă. Puterea activă nu va fi limitată, astfel încât instalația fotovoltaică va genera puterea activă maximă disponibilă în funcție de radiația solară și de disponibilitatea invertoarelor.

Încărcarea/descărcarea rezultată din condițiile meteo va fi controlată astfel încât CEF să încarce/descarce P funcție de gradientul stabilit în MW/min.

Limitarea puterii active (limita P)

Acest mod de control este utilizat pentru a limita injecția de putere activă către rețea, de exemplu pentru a asigura executarea unui ordin de dispecer sau specificațiile de stabilitate a rețelei (în situația limitărilor operaționale dispuse prin autoritatea de dispecer). Prin setarea manuală a unui punct de referință, PPC va calcula o distribuție a punctului de referință pentru invertoare în conformitate cu puterea disponibilă calculată pe baza iradierii măsurate cu senzorii de iradiere montați în parc. PPC va transmite apoi valorile de referință calculate la fiecare inverter conectat/disponibil prin intermediul logger-elor ce vor utiliza PLC.

Reglaj P-f

În acest mod de funcționare PPC asigură controlul puterii active funcție de valoarea frecvenței măsurate. Astfel, atunci când acest mod de reglare este activ, valoarea consemnului de putere activă va fi corectată automat cu valoarea contribuției de P datorită deviației de frecvență față de frecvența nominală 50Hz. Valoarea statismului este un parametru ce poate fi modificat din interfața HMI către personalul de exploatare.

Q night (STATCOM)

Modul de putere reactivă pe timp de noapte permite parcului fotovoltaic să genereze putere reactivă pe timp de noapte. Aceasta este o funcție de suport al rețelei pentru compensarea statică a racordului LEC între CEF și stația de conexiune. Comanda de activare a acestui mod și valoarea de referință a puterii reactive pot fi transmise de la distanță sau se pot activa automat. PPC va porni toate invertoarele în modul Q night/STATCOM, ceea ce înseamnă că partea DC este deconectată, doar partea AC este conectată la rețea. În acest mod, puterea activă din rețea va fi utilizată pentru a genera putere reactivă, care va fi apoi utilizată pentru compensarea LEC.

Acest mod de funcționare este disponibil numai dacă invertoarele pot funcționa în modul Q night/STATCOM.

Puterea reactivă maximă posibilă pentru funcționarea supraexcitată și subexcitată este limitată de parametrii Q_{max} și Q_{min} . În funcție de consemnul puterii reactive, secțiunea curbei caracteristice între punctele P2 și P3 sunt deplasate paralel cu abscisa. În consecință, punctele P2 și P3 sunt recalculat intern (P2calc și P3calc). Dacă tensiunea de rețea măsurată este între P1 și P2 (sau punctul curbei caracteristice recalculat P2calc) sau între P3 și P4 (sau punctul curbei caracteristice recalculat P3calc), consemnul aplicat în buclă PID este limitat conform curbei.

Fig. 16 - Caracteristica Q cu limitare U

Curba caracteristică Q(U)

Scopul acestei funcții este ca CEF să producă putere reactivă corespunzător tensiunea măsurată la punctul de conexiune.

Curba caracteristică Q(U) este definită prin punctele P1 și P2 (perechea de valori constând dintr-o valoare a tensiunii și o valoare a puterii reactive), tensiunea de referință, banda moartă în tensiune (împărțită într-o bandă superioară și inferioară) și curba caracteristică funcție (calculul punctului de referință al puterii reactive din punctul de intersecție cu curbă caracteristică sau cu banda moartă în tensiune).

Puterea reactivă maximă posibilă pentru funcționarea supraexcitată și subexcitată este limitată de parametrii Q_{max} și Q_{min} .

Fig. 17 - Caracteristica Q(U)

Tensiune de referință

Tensiunea de referință este punctul în care se intersectează curba caracteristică Q(U) cu axa tensiunii. Prin schimbarea tensiunii de referință, întreaga curba caracteristică, incluzând punctele P1 și P2 precum și banda moartă în tensiune se deplasează la stânga sau la dreapta.

Banda moartă în tensiune

Banda moartă în tensiune este împărțită într-o bandă moartă superioară și o bandă moartă inferioară. De îndată ce tensiunea de rețea măsurată depășește tensiunea superioară sau inferioară, un nou punct de referință al puterii reactive este calculat din curba caracteristică.

Calculul punctului de referință al puterii reactive

Sunt utilizate două metode de calcul a noului punct de referință al puterii reactive care funcționează de depășirea zonei moarte de tensiune superioară sau inferioară.

Calcul din punctul de intersecție cu curba caracteristică

Calculul din punctul de intersecție cu banda moartă în tensiune corespunzătoare

Curba caracteristică Q(P)

Scopul acestei funcții este ca CEF să producă/injecteze în rețea o putere reactivă corelată cu puterea activă produsă la un moment dat conform curbei de capacitate P-Q.

Curba caracteristică Q(P) conține zece puncte de eșantionare și, prin urmare, este definită prin punctele curbei caracteristice de la P1 la P10 (perechea de valori constând din valoarea puterii active și valoarea puterii reactive). Între cele zece perechi de valori P, Q, curba este aproximată cu o ecuație de gradul 1 de tipul $y = a \cdot x + b$, unde X este puterea activă și y reprezintă valoarea puterii reactive.

Reglarea factorului de putere

Scopul acestei funcții este ca CEF să-și ajusteze $\cos(\varphi)$, recepționat ca și consemn de la ODS/OTS, la punctul de conexiune cu rețeaua publică. Pentru a asigura o comutare lină între funcțiile individuale de putere reactivă, valoarea de referință $\cos(\varphi)$ este convertită într-o valoare de referință de putere reactivă pe baza puterii active măsurată în punctul de conexiune.

Figura de mai jos prezintă o vedere schematică a conversiei valorii de referință $\cos(\varphi)$ în punctul de referință al puterii reactive.

Fig. 18 - Bloc calcul $\cos(\varphi)$

Test mode

Aplicația de bază oferă un program pentru un mod de testare. Programul de testare are conexiune directă la componenta de control, adică un program mod de testare este alocat unei componente de control.

Modul de testare permite simularea punctelor de referință individuale și a valorilor reale, atât pentru a testa și a porni sistemul dar și pentru a facilita execuția testelor de conformitate în vederea punerii sub tensiune.

Următoarele valori pot fi simulate:

Valoarea de referință a puterii active recepționată de la ODS/OTS în %

Valoarea de referință a puterii reactive recepționată de la ODS/OTS în %

Valoarea de referință a $\cos(\varphi)$ recepționată de la ODS/OTS în p.u.

Valoarea de referință a puterii active de la nivel DLC în %

Tensiunea de referință pentru curba caracteristică Q(U) în p.u.

Modul de putere reactivă

Valoarea măsurată a puterii active în %

Valoarea măsurată a frecvenței în Hz

Valoarea măsurată a tensiunii de rețea în p.u.

Când controlerul este repornit, toate setările care au fost stabilite în modul de testare sunt resetate. Dacă modul de testare este activ, acest lucru este indicat de un fundal portocaliu în interfața HMI.

Există două moduri de testare:

Mod de testare manuală: modul de testare manuală permite specificarea manuală a punctelor de referință și a valorilor măsurate.

Mod de testare automat: modul de testare automată permite definirea unui caz de testare care poate fi apoi rulat automat.

Stație meteo

Stația meteo va fi pregătită pentru sistemul E-V și va conține:

Senzorul de iradiere

Senzorul de temperatură ambientală

Transmitatorul senzorului de temperatură

Senzor de viteză a vântului

Stația meteo va fi integrată în SCADA prin protocolul de comunicație MODBUS RTU în echipamentele prevăzute în PT 20kV.

CAPITOLUL 5. Securitatea și sănătatea în munca

Începerea săpăturilor de pământ este permisă numai în urma înțelegerii scrise între Contractor și Achizitor (detinatorul instalațiilor subterane), care va indica măsurile de siguranță care trebuie luate. Dacă se descoperă instalații subterane, de existență cărora nu s-a știut nimic, lucrările trebuie oprite până la identificarea instalațiilor și stabilirea pericolului posibil. La constatarea gazelor în cursul lucrărilor, lucrările se vor opri imediat și lucrătorii se vor îndepărta. Șeful de lucrare va lua măsuri pentru înlăturarea cauzelor care au produs gazele.

Dacă în timpul săpăturilor se întâlnesc cărămizi sau folii avertizoare, se vor opri lucrările și se va cerceta dacă nu există cabluri electrice.

La săparea santurilor pe locurile de utilitate publică, precum și pe teritoriul santierului, locurile trebuie să fie îngrădite, iar în apropierea lor trebuie instalate plăcuțe avertizoare.

În folosirea diverselor utilaje, se vor respecta cu strictețe instrucțiunile de folosire ale acestora, luându-se măsurile corespunzătoare de protecția muncii pentru operațiile aferente acestor utilaje. Dacă, în timpul lucrărilor, apare o schimbare bruscă a condițiilor climatice, schimbare ce poate afecta calitatea

lucrărilor și siguranța în funcționare, se trece la oprirea temporară a lucrărilor și conservarea acestora până când este posibil ca aceste lucrări să reînceape.

MĂSURILE DE PREVENIRE ȘI REDUCERE A RISCURILOR TEHNICE / TEHNOLOGICE

Acestea rezultă în principal din:

- utilizarea de echipamente de medie și joasă tensiune având caracteristici performante, realizate cu tehnologii și materiale moderne care asigură o fiabilitate ridicată;
- reducerea riscului tehnologic, a apariției unor avarii (scurtcircuite, explozii, incendii) datorită unor echipamente echipate cu aparat de comutație performant cu durabilitate mecanică și electrică mare;
- stabilitate a echipamentului și a căilor de curent la efecte termice și mecanice rezultate din curentul de scurtcircuit;
- separarea de lucru și legarea la pământ, prin separatoare și cuțitele de legare la pământ acționate electric de la distanță, a unor părți ale instalației, în vederea executării lucrărilor de revizii sau reparații;
- activități de mentenanță reduse și un interval de timp mare între 2 revizii programate, datorită concepției echipamentului, în consecință reducerea utilizării personalului de întreținere și supraveghere;
- integrarea instalațiilor în sistemul SCADA pentru supravegherea stației de la punctul de comandă, care asigură posibilitatea personalului de exploatare să evalueze corect și cât mai rapid consecințele fiecărei manevre operative necesare realizării unei anumite configurații de schemă primară și anume: - modificarea circulației de putere pe diferite circuite;
- garantarea condițiilor de securitate la lucrările ce urmează a se efectua în instalație;
- comportarea instalației în cazul apariției unui defect.
- reducerea riscului de electrocutare prin amplasarea echipamentelor la înălțime, limitarea valorilor tensiunilor de atingere și de pas la valorile normate, indicatoare de avertizare, dotări SSM;
- utilizarea de materiale de construcție ce respectă caracteristicile prevăzute prin proiecte;
- realizarea lucrărilor de construcții-montaj și a celor de verificare în conformitate cu cărțile tehnice ale echipamentelor și caietelor de sarcini de montaj; - respectarea măsurilor de securitate și sănătate în muncă și cele de prevenire și stingere a incendiilor prevăzute în normativele în vigoare.

Capitolul 4. Impactul asupra mediului

Echipamentele, documentele de execuție, ordinea regimurilor de exploatare sunt prezente în documentație de proiectare. Minimizarea factorilor de mediu duce la ineficiența sistemului proiectat.

Având în vedere durata lungă de viață a obiectivului cât și momentul dezafectării acestuia impactul asupra mediului poate fi o problemă spinosă în acceptarea proiectului.

Protecția atmosferei și calitatea aerului

1. Protecția aerului are în vedere poluanții care s-ar putea evacua în mediu.
2. Montarea unor cabluri cu rezistență la propagarea focului.
3. Utilizarea unor materiale care nu degajă noxe în atmosferă, la eventuală aprindere.

Evitarea unor emisii de particule în suspensie:

1. din cauza tehnologiei, din cauza operatorului uman la pregătirea terenului.
2. la decopertare, în cazul sapăturii stâlpilor.
3. activitatea utilajelor în construcții cât și a vehiculelor de transport produce praf.
4. limitarea lucrărilor de amenajare-reamenajare a amplasamentului din cauza suspensiilor ridicate în atmosferă.
5. emisia unor suspensii în atmosferă se poate realiza și în timpul operațiilor de natură mecanică generală din șantier, debitare, șlefuire, sudare, lipire, dar în cantitate mică pentru că volumul acestor operații este redus.
6. se vor executa în hale sau ateliere specializate, componente demontabile, iar la final pe șantier să se realizeze doar asamblarea și montajul acestora.
7. În timpul exploatării centralei nu apar particule în suspensie care ar putea polua.
8. După durata de viață normată, din punct de vedere tehnico-economic nu ar fi justificată retehnologizarea obiectivului.

Gaze cu impact global și gaze cu efect de seră

Gazele cu efect de seră nu sunt cauzate de surse naturale, ci din activităților umane. Activitatea de producere și distribuție a energiei fotovoltaice-solare electrice din surse regenerabile în mod direct nu generează astfel de emisii. Doar cu caracter accidental și în condiții de avarie ale unor echipamente din centrală se pot înregistra emisii atmosferice cum ar fi:

1. de azot, de carbon și compuși organici volatili proveniți din arderea uleiului electrolitic;
2. hexafluorură de sulfură din camerele de stingere ale întreruptoarelor de medie tensiune.
3. defecte operaționale sau de mentenanță.

Pentru scăderea poluării cu pulberi pe durata șantierului depozitarea de surplus de pământ se va evita, and în vedere acțiunea vântului și a altor

interpretării.

Toate sistemele de protecție montate în proiect au capacitatea de sesizare a disfuncționalităților în timp real, totodată semnalizarea și avertisment al pericolului, cât și ⁶A- autotestare.

Protecția calității apelor subterane și de suprafață

Surse posibile de poluare a apelor:

1. apele uzate menajere în timpul organizării de șantier,
2. scurgeri de betoane de la turnarea fundațiilor,
3. scurgeri de carburanți sau uleiuri, din diferite vehicule sau utilaje de construcții.
4. ⁶ca urmare a unor posibile defecte ale vehiculelor de transport și ale utilajelor din șantier.
5. Se va evita deversarea apelor uzate menajere în sol

Protecția solului și a subsolului

1. procesele tehnologice caracteristice unei exploatare de noi celule fotovoltaice nu evacuează pe sol, doar accidental.
2. ⁶substanțele poluante susceptibile de a afecta calitatea apelor de suprafață și a celor freatice poluează de asemenea solul, iar prin transportul la nivelul pânzelor freatice pot afecta și subsolul.
3. Sursa de poluare majoră apare ⁶din riscul scurgerilor de ulei electroizolant existent în echipamente.
4. ⁶Încălzirea solului în condiții de scurt-circuit este locală și limitată în timp din cauza de stabilitate termică a câblurilor de curent. Limitarea duratei regimului de defect este asigurată de sistemele numerice de protecție.

Parcul fotovoltaic nu emite noxe, nici accidental și nici prin modul de exploatare. Se asigură prin funcționarea parcului protecția ecosistemelor, a biodiversității și implicit ocrotirea naturii.

CONCLUZII

Prezenta lucrare a evidențiat importanța procesului de proiectare în realizarea unui parc fotovoltaic de mare capacitate, demonstrând faptul că dezvoltarea unei centrale fotovoltaice de 20 MW reprezintă o activitate complexă și minuțioasă, care necesită o abordare integrată și riguroasă. Proiectarea unui astfel de obiectiv energetic presupune corelarea aspectelor tehnice, economice, de mediu și administrative, fiecare etapă având un rol determinant în succesul implementării proiectului.

Analiza realizată în cadrul lucrării subliniază faptul că o proiectare adecvată constituie fundamentul unei implementări eficiente și sigure. Alegerea soluțiilor tehnice optime, dimensionarea corectă a echipamentelor, evaluarea pierderilor energetice și integrarea parcului fotovoltaic în rețeaua electrică sunt elemente esențiale care influențează direct performanța energetică, fiabilitatea și durabilitatea instalației. În acest context, utilizarea instrumentelor de simulare și analiză în faza de proiectare contribuie semnificativ la reducerea riscurilor și la maximizarea randamentului sistemului pe întreaga durată de exploatare.

Totodată, lucrarea evidențiază impactul pozitiv pe care producerea energiei electrice din surse regenerabile îl are asupra mediului înconjurător.

Exploatarea energiei solare prin intermediul parcurilor fotovoltaice conduce ²¹la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și la ²¹eliminarea dependenței de sursele convenționale de energie, contribuind astfel la atingerea obiectivelor de sustenabilitate și tranziție energetică. În acest sens, parcul fotovoltaic analizat se înscrie în direcția dezvoltării unui sistem energetic mai curat și mai eficient.

Pe lângă beneficiile de mediu, dezvoltarea unui parc fotovoltaic de mari dimensiuni generează efecte pozitive și la nivel socio-economic, în special asupra comunităților limitrofe. Pe durata fazei de execuție sunt create locuri de muncă temporare, iar ulterior punerii în funcțiune apar oportunități de angajare pentru activitățile de operare, mentenanță și monitorizare. De asemenea, investițiile asociate unui astfel de proiect pot contribui la dezvoltarea infrastructurii locale și la creșterea atractivității economice a zonei.

În ansamblu, se poate concluziona că dezvoltarea unui parc fotovoltaic de 20 MW are un impact pozitiv atât din punct de vedere energetic și ecologic, cât și din perspectivă economică și socială.

O proiectare atent realizată reprezintă premisa esențială pentru implementarea cu succes a unui astfel de proiect, asigurând nu doar performanța tehnică a instalației, ci și integrarea acesteia într-un cadru sustenabil, benefic pentru mediu și pentru comunitatea în care este amplasată.