

CUPRINS

INTRODUCERE	9
1 ELEMENTE FUNDAMENTALE PRIVIND CONSTRUCȚIA ȘI FUNCȚIONAREA CENTRALELOR ELECTRICE FOTOVOLTAICE	15
1.1 STRUCTURA CENTRALELOR FOTOVOLTAICE	15
1.2 SISTEME FOTOVOLTAICE	16
1.2.1 Generatorul fotovoltaic	16
1.2.2 Module fotovoltaice	19
1.2.3 Panouri fotovoltaice	20
1.2.4 Acumulatorii	21
1.2.5 Regulatorul / controlerul de încărcare	21
1.2.6 Invertorul	22
1.2.7 Topologii de sisteme fotovoltaice	23
1.2.8 Generatoare fotovoltaice integrate în clădiri	24
2 CERINȚE PRIVIND RACORDAREA LA REȚEAUA ELECTRICĂ DE DISTRIBUȚIE A CENTRALELOR ELECTRICE FOTOVOLTAICE	26
2.1 CALITATEA ENERGIEI ELECTRICE FURNIZATE DE CENTRALE FOTOVOLTAICE	26
2.1.1 Reglementări privind calitatea energiei electrice	26
2.1.2 Condiții de racordare la rețea a centralelor fotovoltaice în România	27
3 ELEMENTE FUNDAMENTALE ÎN PROIECTAREA CENTRALEOR FOTOVOLTAICE	29
3.1 ELEMENTE CARACTERISTICE ALE ENERGIEI SOLARE	29
3.2 UNGHIIURILE CARACTERISTICE RADIAȚIEI DIRECTE A SOARELUI PE SUPRAFAȚA TERESTRĂ	31
3.2.1 Unghiul de altitudine solară	32
3.2.2 Unghiul de azimut solar	32
3.2.3 Unghiul de azimut al unei suprafețe	33
3.2.4 Latitudinea (ϕ) și longitudinea (L_i)	35
3.2.5 Unghiul orar (ω)	37
3.2.6 Timpul solar	38
3.2.7 Unghiul de Incidență (θ_i)	39
3.3 RADIAȚIA SOLARĂ	41
3.3.1 Radiația solară pe o suprafață orizontală	41
3.3.2 Radiația solară pe o suprafață înclinată	44
3.4 ENERGIA ELECTRICĂ DEBITATĂ DE PANOUL FOTOVOLTAIC	45
3.5 FACTORI CARE INFLUENȚEAZĂ PERFORMANȚA SISTEMELOR FOTOVOLTAICE	47

4	DIMENSIONAREA OPTIMALĂ A SISTEMULUI FOTOVOLTAIC ÎN RAPORT CU SUPRAFAȚA DE TEREN PRESTABILĂ	51
4.1	DATE DE INTRARE.....	51
4.2	ENERGIA ELECTRICĂ PRODUSĂ DE 1 KWP DE PANOURI, INSTALAT PE STRUCTURA METALICĂ.....	53
4.3	INFLUENȚA UNGHIULUI DE ÎNCLINARE A PANOURILOR ASUPRA PRODUCȚIEI SISTEMULUI FOTOVOLTAIC AMPLASAT PE SUPRAFAȚA PRESTABILĂ	54
4.3.1	Energia electrică produsă de sistemul fotovoltaic în durata de viață a acestuia (25 ani).....	57
4.3.2	Indicatorii de eficiență economică a sistemului fotovoltaic pe toată durata de viață al acestuia (25 ani).....	59
4.4	CONCLUZII	66
5	PROIECTAREA UNEI CENTRALE ELECTRICE FOTOVOLTAICE DE MARE PUTERE CU PERFORMANȚE SUPERIOARE	69
5.1	CARACTERISTICILE LOCAȚIEI DE AMPLASARE ȘI ALEGEREA ELEMENTELOR COMPONENTE.....	69
5.1.1	Caracteristicile locației de amplasare	69
5.1.2	Alegerea panourilor fotovoltaice	69
5.1.3	Alegerea invertoarelor	71
5.1.4	Alegerea transformatorului de distribuție	74
5.2	DETERMINAREA MĂRIMILOR ELECTRICE PRINCIPALE ȘI ESTIMAREA ENERGIEI PRODUSE	74
5.2.1	Determinarea irradiației solare în funcție de traiectoria soarelui	75
5.2.2	Energia electrică estimată.....	76
5.3	CONFIGURAREA ȘI VERIFICAREA SISTEMULUI	78
5.3.1	Configurarea structurii centralei electrice fotovoltaice	78
5.3.2	Calcul de verificare	79
6	PROIECTAREA UNEI CENTRALE ELECTRICE FOTOVOLTAICE DE MICĂ PUTERE	82
6.1	CARACTERISTICILE LOCAȚIEI DE AMPLASARE	82
6.2	ALEGEREA PANOURILOR FOTOVOLTAICE	82
6.3	ALEGEREA INVERTORULUI	84
6.4	ESTIMAREA ENERGIEI ELECTRICE PRODUSE	86
6.5	MONITORIZAREA FUNCȚIONĂRII CENTRALEI FOTOVOLTAICE	89
6.6	PERFORMANȚELE OBTINUTE	90
6.6.1	Energia electrică produsă și utilizarea acesteia	90
6.6.2	Impactul asupra mediului înconjurător	92
6.7	Concluzii	92

7 INFLUENȚA SARCINII ȘI A LINIEI ASUPRA TENSIUNII LA BORNELE INVERTORULUI.....	94
7.1 MODELAREA PANOURILOR FOTOVOLTAICE	94
7.1.1 Date necesare	94
7.1.2 Caracteristicile unui panou la temperatura nominală ($t_n=25\text{ }^\circ\text{C}$).....	95
7.1.3 Caracteristicile unui panou la temperatura de funcționare ($t_n=45\text{ }^\circ\text{C}$)	95
7.2 MODELAREA UNEI CENTRALE ELECTRICE FOTOVOLTAICE	98
7.2.1 Partea de forță	98
7.2.2 Partea de control	99
7.2.3 Partea de măsură, calcul și afișare.....	99
7.3 REZULTATE PRIVIND INFLUENȚA SARCINII	101
7.3.1 Comanda invertorului cu factor de putere unitar.....	101
7.3.2 Comanda invertorului cu factor de putere inductiv 0.8	108
7.3.3 Comanda invertorului cu factor de putere capacitiv 0.8.....	114
7.3.4 Sinteza rezultatelor numerice	120
7.4 REZULTATE PRIVIND INFLUENȚA LINIEI.....	121
7.5 MODELAREA SIMPLIFICATĂ A CENTRALEI ELECTRICE FOTOVOLTAICE	122
7.5.1 Schema echivalentă.....	123
7.5.2 Ecuațiile de funcționare	124
7.5.3 Rezultate numerice.....	125
8 DETERMINĂRI EXPERIMENTALE	129
8.1 DETERMINĂRI EXPERIMENTALE PENTRU VALIDAREA REZULTATELOR DIN CAPITOLUL 7.....	129
8.1.1 Cazul Nr. 1	129
8.1.2 Cazul Nr. 2.....	132
8.1.3 Cazul Nr. 3.....	135
8.1.4 Cazul Nr. 4.....	139
BIBLIOGRAFIE.....	143
ANEXA 1	
PROIECTUL DE EXECUȚIE A CENTRALEI ELECTRICE FOTOVOLTAICE CU O CAPACITATE DE 58,32 kW _p și INVERTOR TRIFAZAT CU PUTEREA NOMINALĂ DE 50 kW	153
ANEXA Nr. 2	
REZULTATE NUMERICE PRIVIND INFLUENȚA SARCINII ASUPRA FUNCȚIONĂRII CENTRALEI FOTOVOLTAICE	60
ANEXA Nr. 3	
DETERMINĂRI EXPERIMENTALE PENTRU VALIDAREA REZULTATELOR DIN CAPITOLUL 7.....	189

