

INTEGRAREA UNUI SISTEM FOTOVOLTAIC ÎNTR-O STAȚIE ELECTRICĂ

Hazi Aneta, *Universitatea "Vasile
Alecsandri" din Bacău, ROMÂNIA*

Hazi Gheorghe, *Universitatea
"Vasile Alecsandri" din Bacău,
ROMÂNIA*

Grigore Roxana, *Universitatea
"Vasile Alecsandri" din Bacău,
ROMÂNIA*

INTEGRATING A PHOTOVOLTAIC SYSTEM IN A SUBSTATION

Hazi Aneta, *"Vasile Alecsandri"
University of Bacău, ROMÂNIA*

Hazi Gheorghe, *"Vasile
Alecsandri" University of Bacău,
ROMÂNIA*

Grigore Roxana, *"Vasile
Alecsandri" University of Bacău,
ROMÂNIA*

REZUMAT: Lucrarea prezintă posibilități de integrare ale unui sistem fotovoltaic într-o stație electrică. Sunt propuse și analizate mai multe scheme atât din punct de vedere tehnic cât și economic. Sunt prezentate avantajele și dezavantajele utilizării unui sistem fotovoltaic cu sistem de stocare a energiei și fără acest sistem. Este prezentat un exemplu pentru o stație electrică de conexiuni și distribuție aflată în funcțiune.

CUVINTE CHEIE: sistem fotovoltaic, stație electrică, servicii proprii

1. INTRODUCERE

Sistemele electrice solare sunt alese frecvent ca o opțiune de energie regenerabilă din cauza cerințelor de întreținere relativ scăzută și durata lungă de viață pentru majoritatea componentelor sistemului, [2]. Totodată, celulele fotovoltaice sunt cele mai curate și mai ecologice dintre surse alternative de energie regenerabilă. Utilizarea acestora duce la reducerea pierderilor de energie în rețeaua electrică de transport și distribuție a energiei, [3].

Dezavantajul conversiei fotovoltaice în energie electrică este dat de neîndeplinirea cerințelor de putere din punct de vedere fizic și economic, [5].

În stațiile electrice, amplasarea, exploatarea și mentenanța echipamentelor din circuitele primare, secundare și auxiliare

ABSTRACT: This paper presents the possibilities of integration of a photovoltaic system in a substation. Advantages and disadvantages of using a PV system with energy storage system and without this system are presented. Some schemes are proposed and analyzed both technically and economically. An example for a connection and distribution substation is presented.

KEY WORDS: photovoltaic system, substation, auxiliary system

1. INTRODUCTION

Solar electric systems are often chosen as a renewable energy option because of relatively low maintenance requirements and long life for the majority of system components, [2]. At the same time, photovoltaic cells are the cleanest and most environmentally friendly alternative sources of renewable energy. Their use will reduce energy losses in the transmission and distribution network, [3].

The disadvantage of photovoltaic conversion to electricity consists in the inability to fulfill the power requirements from a physical and an economic view point, [5].

In the substations, location,

se face conform unor reglementări stricte. Integrarea unor sisteme fotovoltaice în stațiile electrice trebuie să respecte aceste reglementări așa încât să nu fie afectată siguranța funcționării acestor echipamente.

În această lucrare este studiată posibilitatea utilizării unui sistem fotovoltaic autonom și a unui sistem integrat în serviciile proprii ale stației. Pentru fiecare dintre aceste sisteme se prezintă avantaje și dezavantaje din punct de vedere tehnic și economic și o aplicare a acestora într-o stație electrică aflată în funcțiune.

2. SISTEME FOTOVOLTAICE

Elementele componente ale sistemele fotovoltaice sunt, [1]:

- panourile fotovoltaice
- sistem de orientare
- caseta de conectare
- controlerul de încărcare
- bateriile de stocare
- invertorul
- întreruptoare
- cabluri, conectori, conducte
- subsistemul de monitorizare, măsură, protecție

operation and maintenance of equipment in primary circuits, secondary and auxiliary system is made according to strict regulations. The integration of photovoltaic systems in the substations must comply with these regulations so as not to affect the safety of operation of such equipment.

In this paper is studied the possibility of using an autonomous photovoltaic system and an integrated system in the auxiliary system of the substation. For each of these systems, we present their application in a substation and their technical and economical advantages and disadvantages.

2. PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

Components of photovoltaic systems are, [1]:

- photovoltaic panels
- tracking system
- combiner box
- charge controller
- batteries
- inverter
- circuit-breaker
- cables, connectors, pipe subsystem for monitoring, measuring, protection

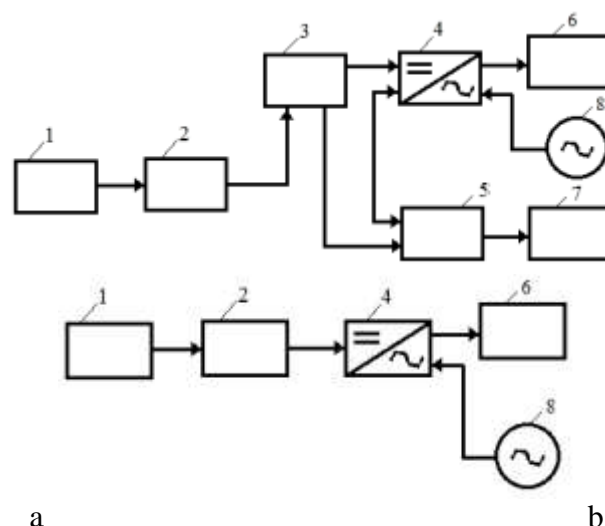


Figura 1. Sistem fotovoltaic: a – cu stocare de energie; b – fără stocare de energie; 1 – panou fotovoltaic; 2 – cutie de conexiuni; 3 – controler; 4 – inverter; 5 – baterii de acumulatori; 6 – consumator in c.a.; 7 – consumator in c.c.; 8 – generator auxiliar sau rețea

Figure 1. Photovoltaic system: a – with energy storage system; b – without energy storage system; 1 – photovoltaic panel; 2 – combiner box; 3 – charge controller; 4 – inverter; 5 – batteries; 6 – AC consumer; 7 – DC consumer; 8 – auxiliary generator or network

Elementele componente ale unui sistem fotovoltaic sunt statice, cu excepția sistemului de orientare. În funcție de schema utilizată, o parte din aceste componente pot lipsi, fig.1. Sistemele fotovoltaice pot fi grupate, în două categorii, fig.1: cu stocare de energiei în baterii de acumulare și fără stocare de energie.

Avantajele sistemelor din prima categorie sunt:

- pot funcționa autonom sau conectate la un generator auxiliar sau la rețea;
- pot alimenta consumatorii în c.c. și în c.a.

Dezavantajele acestor sisteme sunt:

- pierderi de energie mai mari;
- costul investiției mai mare;

durata de viață scăzută a bateriilor de acumulatori duce la costuri mai mari de înlocuire a acestora.

Components of a photovoltaic system are static, except for the tracking system. Depending on the scheme used, some of these components may be missing. Photovoltaic systems can be grouped into two categories, figure 1: with energy storage system and without energy storage system.

Advantages of systems in the first category are:

- they can operate standalone or connected to an auxiliary generator or network;
- they can supply with energy AC or DC consumers

Disadvantages of these systems

are:

- higher energy losses;
- higher investment cost;

The low life of the batteries leads to higher costs for replacing them.

3. INTEGRAREA UNUI SISTEM FOTOVOLTAIC ÎNTR-O STAȚIE ELECTRICĂ

Pentru funcționarea echipamentelor dintr-o stație electrică trebuie să fie asigurată alimentarea cu energie electrică a serviciilor proprii în c.a și în c.c., [7]. În aceste scheme sunt mai multe surse de alimentare pentru a asigura o fiabilitate ridicată, [8]. Un sistem fotovoltaic ar putea fi integrat în schemele de servicii proprii ale stației constituind o sursă suplimentară de energie. Sunt propuse două moduri de integrare:

- în schema de servicii proprii în c.c., fig.2
- în schema de servicii proprii de c.a., fig.3

Avantajele integrării sistemului fotovoltaic în schema de servicii proprii în c.c. față de cea în c.a. ar fi că:

- nu mai apar pierderi de energie suplimentare în inverter
- nu necesită măsuri suplimentare de limitare a armonicilor
- costuri de investiție mai mici

Bateriile de acumulare pot fi utilizate pentru stocarea energiei produse de panourile fotovoltaice. În ambele scheme, din rețea se consumă mai puțină energie.

Panourile fotovoltaice pot fi amplasate pe gardul stației așa încât să nu fie afectată funcționarea și mentenanța echipamentelor din stație.

3. INTEGRATION OF THE PHOTOVOLTAIC SYSTEM IN A SUBSTATION

For operation of the equipments in a substation the power supply of the DC and AC auxiliary system must be ensured, [7]. In these schemes there are more supply sources to ensure a high reliability, [8]. A photovoltaic system could be integrated into auxiliary system schemes, representing an additional source of energy. There are two ways to integrate the proposed:

- into scheme of DC auxiliary system, fig.2
- into scheme of AC auxiliary system, fig.3

Advantages of PV system integration into a DC scheme rather than an AC scheme are:

- no additional energy loss occurs in the inverter
- does not require additional measures to limit the harmonic
- lower investment costs

Batteries can be used for storing energy produced by photovoltaic panels. In both schemes, less energy is consumed from the network.

Photovoltaic panels can be placed on the fence of substation so that operation and maintenance of the equipments is not affected.

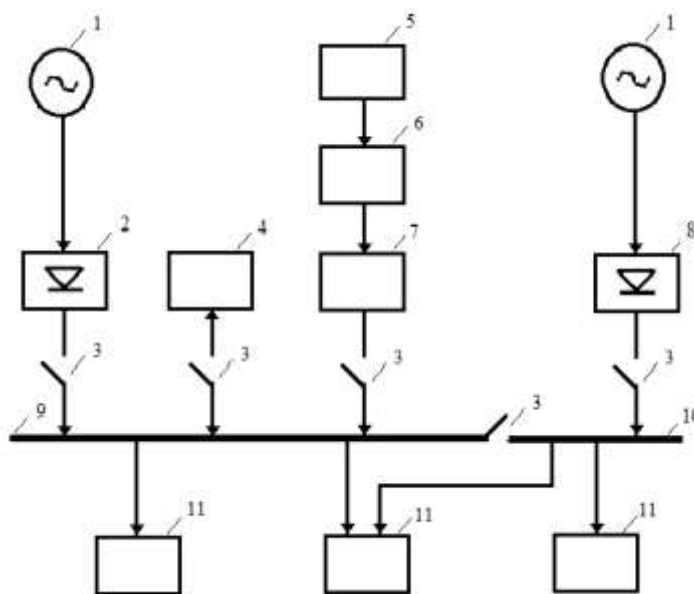


Figura 2. Schemă servicii proprii c.c. stație: 1 – rețea; 2 – sursă de încărcare permanentă; 3 – întreruptor; 4 – baterii de acumulatori; 5 – panouri fotovoltaice; 6 – cutie de conexiuni; 7 – controler; 8 – sursă de încărcare ocazională; 9, 10 – bare colectoare; 11 – consumatori

Figure 2. Scheme of DC auxiliary system: 1 – network; 2 – permanent battery charging source; 3 – circuit breaker; 4 – battery; 5 – photovoltaic panels; 6 – combiner box; 7 – controller; 8 – occasional source of battery charging; 9, 10 – bus bar; 11 – consumers

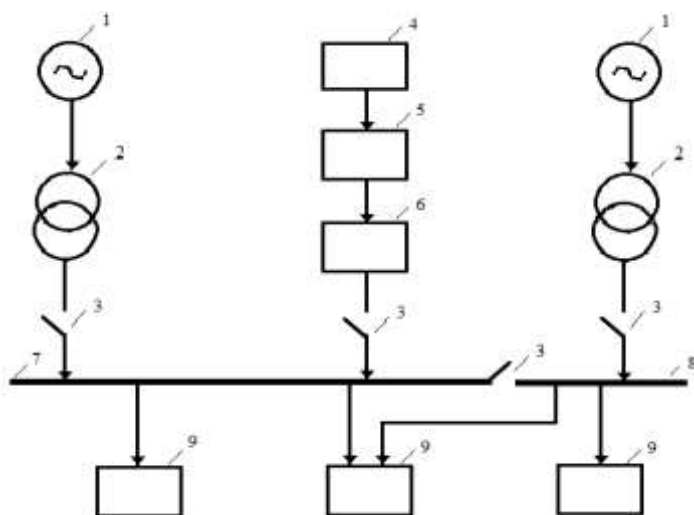


Figura 3. Schemă servicii proprii c.a. stație: 1 – rețea; 2 – transformator de servicii proprii; 3 – întreruptor; 4 – panouri fotovoltaice; 5 – cutie de conexiuni; 6 – invertor; 7, 8 – bare colectoare; 9 – consumatori

Figure 3. Scheme of DC auxiliary system: 1 – network; 2 – transformer of the auxiliary system; 3 – circuit breaker; 4 – photovoltaic panels; 5 – combiner box; 6 – inverter; 7, 8 – bus bar; 9 – consumers

4. APLICAȚIE NUMERICĂ

Pentru a putea compara din punct de vedere economic cele două soluții propuse, se prezintă un exemplu numeric pentru integrarea unui sistem fotovoltaic într-o stație electrică de conexiuni și distribuție de 400/110 kV, aflată în funcțiune în SEN.

Tensiunea de alimentare a consumatorilor, în ambele scheme, este de 220 V.

4. NUMERICAL APPLICATION

In order to make an economic comparison of the two proposed solutions, a numerical example is presented for the integration of a photovoltaic system in a connections and distribution substation 400/110 kV operating in the National Energy System.

Voltage consumers, in both schemes, are 220 V.

Tabelul 1. Cost echipamente principale sistem fotovoltaic, în Euro
Table 1. The cost of the main equipment of the PV system, in Euro

Component	Integrat în	Schema de servicii proprii in c.c.	Schema servicii p in c.a.
Panouri fotovoltaice: -Nr. panouri: 19 -Puterea totală maximă a sistemului: 3990 kW -Producție medie lunară: 400 kWh		11267	11267
Cutie conexiuni		285	285
Regulator încărcare baterie		760	
Invertor			3718
Total investiție sistem fotovoltaic		12312	15270

Producția medie anuală a panourilor fotovoltaice a fost determinată cu programul PVGIS, [4].

Costul invertorului fiind mai mare decât al regulatorului de încărcare a bateriei, rezultă un cost mai mic al sistemului fotovoltaic integrat în schema de alimentare a serviciilor proprii în c.c. ale stației.

Nu a fost luat în calcul costul instalării sistemului. Pentru a nu fi afectată funcționarea și mentenanța echipamentelor din stație, care trebuie să respecte reglementările stricte din acest domeniu, panourile fotovoltaice ar putea fi amplasate pe gardul stației, orientat către sud.

Average annual energy production of photovoltaic panels was determined with the program PVGIS, [4].

Because the cost of the inverter is higher than the cost of the battery charge regulator, the resulted cost of integrating the photovoltaic system into the DC scheme is lower than the AC scheme integration.

The cost of system installation was not taken into account. To avoid affecting the operation and maintenance of station equipment, which must comply with strict regulations in this area, the photovoltaic panels could be placed on the station fence, facing south.

5. CONCLUZII

O modalitate foarte bună de a rezolva problema poluării mediului este folosirea celulelor fotovoltaice. Energia solară este o energie verde, curată.

Pentru stațiile electrice, un sistem fotovoltaic poate reprezenta o sursă de energie suplimentară pentru alimentarea serviciilor proprii.

Din lucrarea prezentată, se poate trage concluzia ca integrarea unui sistem fotovoltaic în schema de alimentare a serviciilor proprii în c.c. este mai avantajoasă decât în schema de c.a.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Bostan I., Dulgheru V., Sobor I., Bostan V., Sochirean A., Sisteme de conversie a energiilor regenerabile, Editura „Tehnica-Info” Chișinău, 2007
- [2] Goetzberger A. V.U. Hoffmann, *Photovoltaic Solar Energy Generation*, Springer Series in Optical Sciences, 2005
- [3] T. Hoff, D.S Shugar, The value of grid-support photovoltaics in reducing distribution system losses, IEEE Transactions on Energy Conversion 10, 1995
- [4] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/index.htm>
- [5] Achim Woyte, Grid Connection of Photovoltaic Systems , Phd Dissertation, Leuven, Belgia, 2003
- [6] Hazi A., Hazi Gh., Stații electrice și posturi de transformare, Editura „Tehnica-Info” Chișinău, 2003
- [7] Hazi A., Hazi Gh., Partea electrică a centralelor și stațiilor, Editura „Tehnica-Info” Chișinău, 2003

5. CONCLUSIONS

A good way to solve the problem of environmental pollution is to use photovoltaic cells. Solar energy is a clean, green energy.

In substations, photovoltaic systems can be an additional power source for the auxiliary system.

From the work presented, it can be concluded that the integration of a photovoltaic system into a DC scheme for the auxiliary system is more advantageous than its integration into an AC scheme.

REFERENCES

- [1] Bostan I., Dulgheru V., Sobor I., Bostan V., Sochirean A., Sisteme de conversie a energiilor regenerabile, Editura „Tehnica-Info” Chișinău, 2007
- [2] Goetzberger A. V.U. Hoffmann, *Photovoltaic Solar Energy Generation*, Springer Series in Optical Sciences, 2005
- [3] T. Hoff, D.S Shugar, The value of grid-support photovoltaics in reducing distribution system losses, IEEE Transactions on Energy Conversion 10, 1995
- [4] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/index.htm>
- [5] Achim Woyte, Grid Connection of Photovoltaic Systems , Phd Dissertation, Leuven, Belgia, 2003
- [6] Hazi A., Hazi Gh., Stații electrice și posturi de transformare, Editura „Tehnica-Info” Chișinău, 2003
- [7] Hazi A., Hazi Gh., Partea electrică a centralelor și stațiilor, Editura „Tehnica-Info” Chișinău, 2003