

## ÎMBUNĂȚĂȚIREA EFICIENȚEI ENERGETICE ÎN STAȚIILE ELECTRICE

**Hazi Aneta**, *Universitatea “Vasile  
Alecsandri” din Bacău, ROMÂNIA*

**Hazi Gheorghe**, *Universitatea “Vasile  
Alecsandri” din Bacău, ROMÂNIA*

## IMPROVING ENERGY EFFICIENCY IN SUBSTATIONS

**Hazi Aneta**, *“Vasile Alecsandri”  
University of Bacău, ROMÂNIA*

**Hazi Gheorghe**, *“Vasile Alecsandri”  
University of Bacău, ROMÂNIA*

**REZUMAT:** Lucrarea prezintă posibilitățile de îmbunătățire a eficienței energetice în stațiile electrice. Este realizat auditul energetic al unei stații pentru a pune în evidență consumul de energie în serviciile proprii de c.a. și de c.c. ale stației. Sunt propuse câteva măsuri de îmbunătățire a eficienței energetice și sunt estimate economiile posibile.

**CUVINTE CHEIE:** eficiență energetică, audit energetic, stație electrică

### 1. INTRODUCERE

Creșterea eficienței energetice, pe întreg lanțul, producere, transport, distribuție și utilizare a energiei, duce la reducerea consumului de resurse primare și a impactului asupra mediului, [1].

Stațiile electrice sunt elemente principale ale unui sistem energetic care trebuie să asigure evacuarea puterii produse în centrale, conexiunea unor linii în vederea efectuării unui tranzit de putere, distribuirea energiei electrice unor consumatori, [4]. Siguranța în funcționare a unei stații este esențială pentru rolul pe care aceasta îl are în sistemul energetic. Pentru funcționarea echipamentelor din stație este necesar un consum de energie care este asigurat prin serviciile proprii în c.a și în c.c. Prin modernizarea echipamentelor sau prin măsuri de bună gospodărire care să nu afecteze siguranța în funcționare, consumul de energie al serviciilor proprii și al instalațiilor auxiliare ale stației poate fi redus. Realizarea unui audit energetic al stației este necesară. Auditul

**ABSTRACT:** The paper presents possibilities to improve energy efficiency in substations.

An energy audit of a substation is made in order to highlight the energy consumption in the AC and DC auxiliary system. We proposed some measures to improve energy efficiency and estimated the potential savings.

**KEY WORDS:** energy efficiency, energy audit, substation

### 1. INTRODUCTION

Increase energy efficiency throughout the chain, manufacturing, transport, distribution and use of energy, reduce consumption of primary resources and environmental impact, [1].

Substations are the main elements of an energy system that must ensure evacuation of power produced in the power plants, connection of lines to transit a power, distribution electricity to consumers, [4]. Reliability of a substation is essential for the role it plays in the energy system. For operation of substation equipment is required energy that is provided by DC and AC auxiliary systems. By upgrading equipment or good housekeeping measures that do not affect reliability, power consumption of the auxiliary systems can be reduced. Making an energy audit of the substation is required. The energy audit analyzes how energy is used and identifies specific solutions to reduce energy costs, [2].

In this paper, we made an energy audit of a substation with multiple functions

energetic analizează modul în care energia este utilizată și identifică soluțiile specifice de reducere a costurilor energetice, [2].

În această lucrare este realizat un audit energetic al unei stații cu funcțiuni multiple în sistemul energetic, sunt propuse câteva măsuri de creștere a eficienței energetice și sunt evaluate economic aceste măsuri.

## 2. PREZENTAREA STAȚIEI

Stația electrică analizată, de 400/110 kV, are un rol important în conexiunea liniilor electrice de 400 kV, în evacuarea energiei produse de o centrală termică și de două centrale hidroelectrice și în distribuția energiei electrice unor consumatori industriali, la tensiunea de 110 kV. În schema în triunghi, la tensiunea de 400 kV, stația are 6 celule echipate cu întreruptoare în SF6 iar în schema cu bare duble colectoare, la tensiunea de 110 kV, are 16 celule echipate cu întreruptoare IO și 2 celule de măsură.

in the energy system, we proposed some measures to increase energy efficiency and evaluated them in economic terms.

## 2. THE SUBSTATION

The analyzed substation, 400/110 kV, has an important role in the connection of 400 kV power lines, in the evacuated of the energy produced by a cogeneration power plant and two hydroelectric power plants and in the distribution of electricity to industrial consumers, the voltage of 110 kV. The substation of 400 kV has a ring bus arrangement (triangle) and is equipped with 6 cells and SF6 circuit breakers. The substation of 110 kV has a double bus arrangement and 16 cells that are equipped with IO circuit breakers and 2 measurement cells.

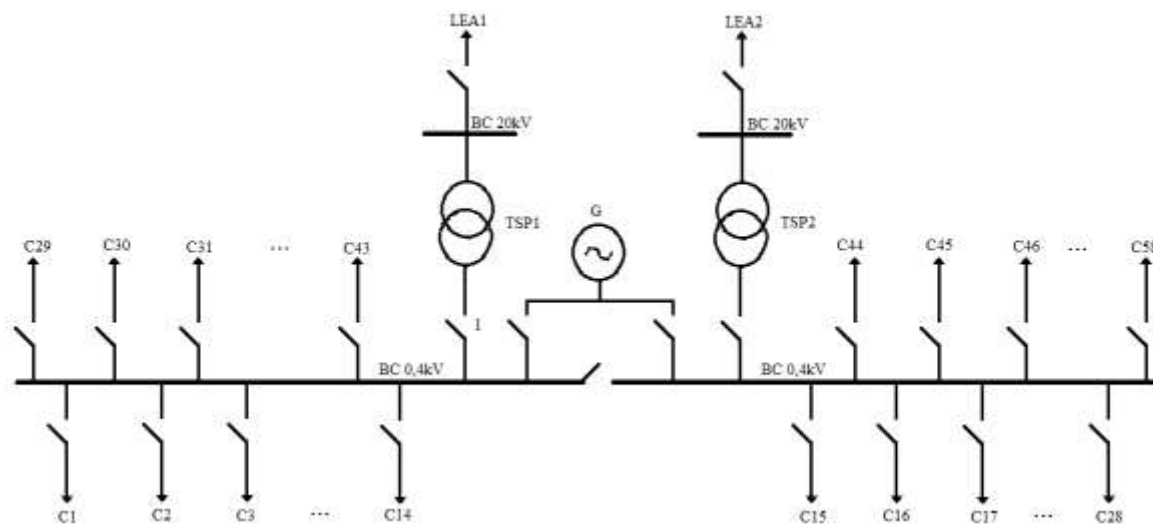


Figura 1. Schemă servicii proprii c.a.: LEA1, LEA2 – linie electric aeriana; TSP1, TSP2 – transformator de servicii proprii; G –generator Diesel; BC 20 kV, BC 0,4kV – bară colectoare; C1...C58 – consumator; I – întrerupător

Figure 1. Scheme of AC auxiliary system: LEA1, LEA2 – overhead electric line; TSP1, TSP2 – transformer of auxiliary system; G –Diesel generator; BC 20kV, BC 0,4kV – bus bar; C1...C58 – consumer; I – circuit breaker

Serviciile proprii in c.a ale stației, fig.1, sunt asigurate de o stație cu bara simplă secționată. The AC auxiliary system, in figure 1, is assured by a substation with sectioned single

Alimentarea acestor servicii este realizată din rețea, prin două transformatoare de 400 kVA, 20/0,4 kV și de un grup de intervenție Diesel de 250 kVA. Unul din cele două transformatoare se află în funcțiune iar celălalt este în rezervă caldă și poate fi cuplat automat, prin AAR. Pentru creșterea siguranței în alimentare, consumatorii pot fi alimentați de pe cele două secții de bare.

Stația de servicii proprii în c.c. are aceeași schemă de conexiuni ca și cea în c.a. Alimentarea stației se realizează prin 3 redresoare de 120 A și 2 sisteme de baterii de acumulatori de 420 Ah. Redresorul care poate fi conectat la cele două sisteme de bare este în rezervă.

bar arrangement. Supply of AC auxiliary system is achieved through two transformers of 400 kVA, 20 / 0,4 kV, from the network and through a diesel generator of 250 kVA. One of the two transformers is in operation and the other is in hot backup and can be automatically engaged by AAR. To increase supply safety, consumers can be supplied from the two bus bar sections.

The DC auxiliary system has the same bar arrangement as the AC auxiliary system. Supply of DC auxiliary system is achieved through three rectifiers of 120 A and two battery of 420 Ah. The rectifier that can be connected to the two bar sections is in reserve.

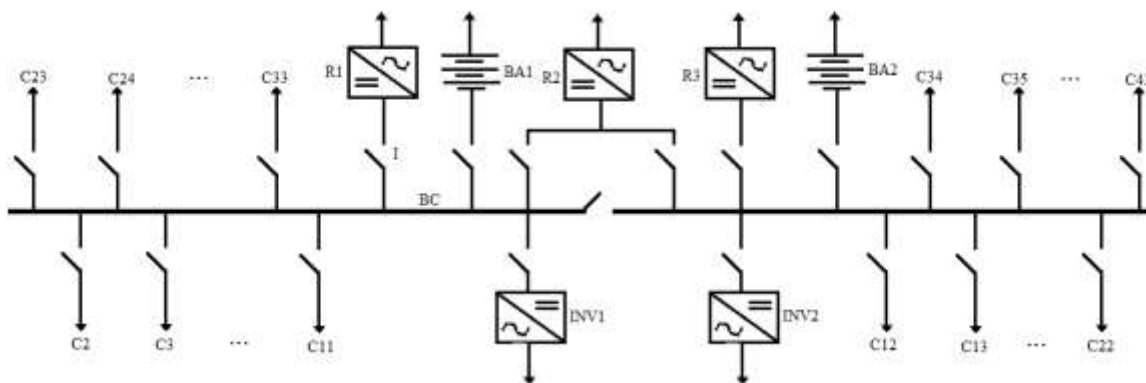


Figura 2. Schemă servicii proprii c.c.: R1, R2, R3 – redresor; BA1, BA2 – baterie de acumulatori; INV1, INV2 – inverter; BC – bară colectoare; C1...C43 – consumator; I - întrerupător

Figure 2. Scheme of DC auxiliary system: R1, R2, R3 – rectifier; BA1, BA2 – battery; INV1, INV2 – inverter; BC – bus bar; C1...C43 – consumer; I – circuit breaker

### 3. AUDITUL ENERGETIC AL STAȚIEI

Auditul energetic al stației are ca obiectiv, [3]:

- analiza consumurilor energetice ale stației și a costurilor energetice
- analiza modului de utilizare a energiei și identificarea pierderilor de energie
- analiza oportunității implementării unor soluții tehnice și de bună gospodărire care pot conduce la

### 3. THE ENERGY AUDIT

Energy audit target of the substation is, [3]:

- to analyze the energy consumption and energy costs of the substation
- to analyze the energy losses
- to analyze the opportunity to implement technical solutions and good housekeeping that can lead to lower energy costs
- to estimate the potential savings

The power consumption from the

scăderea costurilor energetice  
- estimarea economiilor posibile

network is measured with meters on the 20 kV side of the transformers.

Consumul de energie electrică din rețea este măsurat cu contori pe partea de 20 kV a transformatoarelor de servicii proprii.

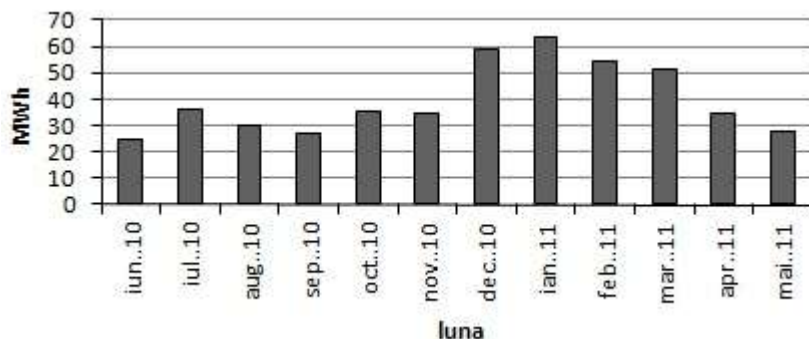


Figura 3. Consum lunar servicii proprii stație  
Figure 3. Monthly energy consumption of the auxiliary system

Pentru un an, iunie 2010 – mai 2011, consumul de energie pentru servicii proprii a fost de 478 MWh, care a condus la un cost energetic de 157453 lei. Consumul lunar este reprezentat în fig.3. Se observă o creștere a consumului în perioada de iarnă la valori duble față de perioada de vară. Această creștere este datorată încălzirii electrice atât a echipamentelor cât și a clădirilor din stație.

For a year, in June 2010 - May 2011, energy consumption for auxiliary system was 478 MWh, leading to an energy cost of 157,453 lei. Monthly consumption is represented in figure 3. The consumption during the winter increases to approximately double the consumption during the summer. This increase is due to the electric heating equipment and the substation buildings.

În fig.4 este prezentat consumul zilnic pentru o lună de iarnă și pentru o lună de vară. Se observă variații mici ale consumului în cursul unei luni, sub 20%.

In figure 4 we show the daily consumption for one month in winter and for one month in summer. The variations in consumption observed during the month are less than 20%.

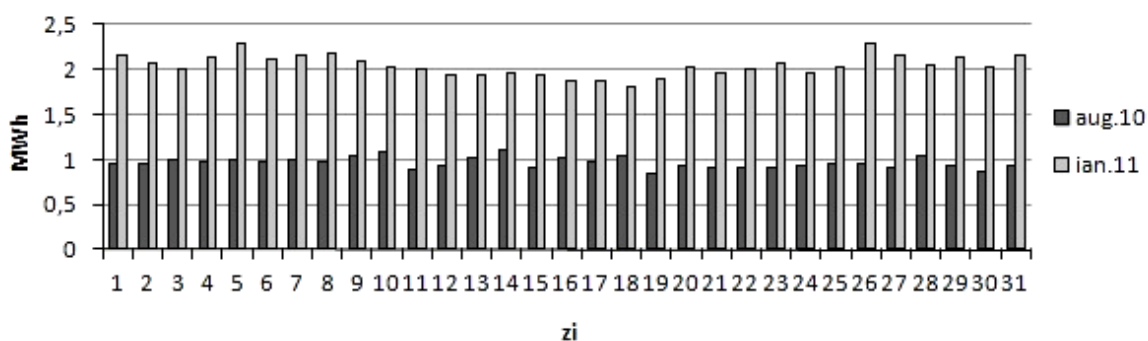


Figura 4. Consum zilnic servicii proprii stație pentru luna august 2010 și luna ianuarie 2011  
Figure 4. Daily consumption of the auxiliary system in August 2010 and January 2011

Din stația de servicii proprii de c.a. sunt alimentate:

- cabinele de relee din instalațiile de 400 kV și 110 kV. Din aceste cabine sunt alimentate motoarele din mecanismele de acționare ale întreruptoarelor și separatoarelor, rezistențele de încălzire din aceste dispozitive și din cutiile șir cleme, instalațiile de climatizare din cabine
- pompele de ulei, motoarele de acționare a ventilatoarelor și a comutatorului de ploturi la transformatorul de forță din stație de 250 MVA, 400/110 kV
- redresoarele pentru alimentarea stației de servicii proprii în c.c.
- instalațiile de iluminat din stație
- instalația de telecomunicații
- centrale electrice, instalațiile de climatizare, de monitorizare și de iluminat din clădirea ca include camera de comandă, redresoarele, bateriile de acumulare, grupul Diesel

Din stația de servicii proprii în c.c. sunt alimentate:

- circuitele de comandă din camera de comandă, cabinele de relee, dispozitivele de acționare ale întreruptoarelor, separatoarelor, posturile de transformare pentru servicii proprii
- iluminatul de siguranță
- instalația de telecomunicație

În transformatorul de servicii proprii aflat în rezervă caldă, s-au înregistrat pierderi de energie 8300 kWh în anul analizat, adică aproximativ 3000 lei. Totuși, aceste pierderi nu pot fi eliminate deoarece scoaterea de sub tensiune a transformatorului de rezervă ar duce la creșterea timpului de restabilire a alimentării în cazul avarierii transformatorului de bază și deci, la pierderi economice mai mari decât economiile care s-ar putea obține.

Iluminatul în instalația de 400 kV este realizat cu 22 de lămpi tip neon de 125 W cu balast electronic iar în instalația de 110 kV de

The AC auxiliary system supplies:

- the relays booths in the 400 kV and 110 kV substations. These booths supply the engines of the circuit breakers and switches, the heating resistances of these devices, the series clamps boxes, and the air-conditioning in the booths.
- the oil pumps, the engines of the fan, the plots switch of the 250 MVA, 400/110 kV transformer;
- the rectifiers for supplying the DC auxiliary system
- the lighting of the substation
- the telecommunications equipment
- the electric power plant, the air conditioning, the monitoring and the lighting of the building that includes the control room, the rectifiers, the batteries and the diesel group

The DC auxiliary system supplies:

- the control circuits of the control room, the booths relays, the actuators of the circuit breakers, the switches, the transformers
- the emergency lighting
- the telecommunications equipment

The transformer used as the hot backup registered energy losses of 8300 kWh in the year under review, ie about 3,000 lei. However these losses cannot be eliminated because decommissioning the reserve transformer would increase the time to restore power in case of damage to the main transformer and thus economic losses would be greater than the potential savings.

The lighting installation for the 400 kV substation are realized with 22 electronic ballast neon lamps of 125 W while the lighting installation for the 110 kV substation has 26 electromagnetic ballast neon lamps of 250 W, [5]. If the latter installation would replace its electromagnetic ballast lamps with electronic ballast lamps about 30% of the consumed electricity could be saved, or about 5000 kWh / year with an investment of

26 de lămpi de tip neon de 250 W cu balast electromagnetic, [5]. Dacă la acestea din urmă ar fi înlocuit balastul electromagnetic cu un balast electronic s-ar putea economisi aproximativ 30% din energia electrică consumată, adică aproximativ 5000 kWh/an cu o investiție de aproximativ 9000 lei, [6].

Încălzirea clădirii care include camera de comandă, redresoarele, bateriile de acumulare, grupul Diesel este realizată cu o centrală electrică de 24 kW, [7]. Încălzirea cabinelor de rele este realizată cu rezistențe electrice asupra cărora este suflat aer cu ajutorul unor ventilatoare. În timpul verii sunt folosite aparate de aer condiționat. Dacă pentru aceste spații ar fi folosit un sistem de încălzire și condiționare a aerului cu pompe de căldură cu aer, s-ar economisi în jur de 12000 lei/an.

#### 4. CONCLUZII

Eficiența energetică este una din căile principale de reducere a consumurilor energetice. Chiar dacă pentru o stație electrică pe primul loc se află siguranța în funcționare, se pot găsi soluții de reducere a consumului propriu de energie electrică.

Din lucrarea prezentată, se poate vedea că, în instalațiile auxiliare ale stației, se poate crește eficiența energetică prin utilizarea unor instalații cu performanțe energetice ridicate ale căror cheltuieli de investiții se pot amortiza în cel mult 5 ani.

#### BIBLIOGRAFIE

- [1] World Energy Council, Energy Efficiency: A Worldwide Review – Indicators, Policies, Evaluation, 2004, disponibil pe [www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org)
- [2] Leca A. și alții, Principii de management energetic, Editura tehnică, București, 1997
- [3] Gadola St., și alții, Principii moderne de management energetic, Proiect finanțat UE, 2005
- [4] Hazi A., Hazi Gh., Stații electrice și posturi de transformare, Editura „Tehnica-Info”

approximately 9000 lei, [6].

The building heating which includes the control room, the rectifiers, the batteries, and the diesel group is made with an electric power plant of 24 kW, [7]. Heating of the relays booths is realized with fans blowing hot air on electric resistances. During the summer the air conditioning is used. If these spaces would be heated using a heat pump air conditioning system, it would save around 12,000 lei / year.

#### 4. CONCLUSIONS

Energy efficiency is one of the main ways to reduce energy consumption.

Even if for a substation, operational safety is first, solutions can be found to reduce their electricity consumption.

From the work presented, we can see that in the auxiliary system of the substation, we can increase the energy efficiency by using high energy performance equipment which can recoup investment costs within 5 years.

#### REFERENCES

- [1] World Energy Council, Energy Efficiency: A Worldwide Review – Indicators, Policies, Evaluation, 2004, disponibil pe [www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org)
- [2] Leca A. și alții, Principii de management energetic, Editura tehnică, București, 1997
- [3] Gadola St., și alții, Principii moderne de management energetic, Proiect finanțat UE, 2005
- [4] Hazi A., Hazi Gh., Stații electrice și posturi de transformare, Editura „Tehnica-Info” Chișinău, 2003
- [5] Bianchi C. ș.a. *Sisteme de iluminat interior și exterior*, Editura Matrix Rom, București, 1998
- [6] Pop F. *Ghidul centrului de ingineria iluminatului. Managementul energiei. Costurile iluminatului*, Editura

Chișinău, 2003

[5] Bianchi C. ș.a. *Sisteme de iluminat interior și exterior*, Editura Matrix Rom, București, 1998

[6] Pop F. *Ghidul centrului de ingineria iluminatului. Managementul energiei. Costurile iluminatului*, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, 2000

[http://www.climatehnic.ro/centrale\\_termice/20/centrale-electrice.html](http://www.climatehnic.ro/centrale_termice/20/centrale-electrice.html)

Mediamira, Cluj-Napoca, 2000

[http://www.climatehnic.ro/centrale\\_termice/20/centrale-electrice.html](http://www.climatehnic.ro/centrale_termice/20/centrale-electrice.html)