

STAND DE LABORATOR PENTRU STUDIUL APLICĂRII MATERIALELOR PIEZOELECTRICE ÎN GENERAREA ENERGIEI ELECTRICE

Autori: Dumitru ROTARI ¹, Mirela GONCEAR ²
dima.rotari.1996.md@gmail.com

Coordonator: Conf. univ. dr. ing. Brana Liliana SAMOILĂ ³

¹ Universitatea din Petroșani, Facultatea de I. M. E., specializarea: Electromecanică, anul IV

² Universitatea din Petroșani, Facultatea de I. M. E., specializarea: Calculatoare, anul IV

³ Universitatea din Petroșani, Facultatea de I. M. E., Departamentul: A.C.I.E.E.

Rezumat

În acest proiect se realizează studiul și modelul unui stand de laborator care permite generarea energiei electrice prin intermediul materialelor piezoelectrice. În lucrare se abordează principiul de funcționare a senzorilor piezoelectrice, tipurile de ceramică și modurile de conectare în circuit a acestora.

Cuvinte cheie

Senzor piezoelectric, efect piezoelectric, punte de diode, condensator

1. Introducere

În ultimii ani utilizarea aparatelor electronice de putere mică a crescut rapid. Numeroase dispozitive de acest tip sunt folosite pe larg în viața cotidiană a omului. Odată cu creșterea consumului de energie se pronunță și ideea de a folosi surse alternative de energie regenerabilă.

În ziua de azi, cea mai mare parte a cercetărilor din domeniul energiei este orientată spre dezvoltarea surselor de energie alternativă. Materialele piezoelectrice sunt studiate din ce în ce mai mult, acestea având niște proprietăți neobișnuite și interesante.

Efectul piezoelectric este fenomenul ce se manifestă la unele cristale, reprezentând apariția unei polarizări electrice, în ele formându-se o diferență de potențial cu generare de curent electric, în urma comprimării, sau modificării de temperatură ΔT (Fig. 1).

Materialele piezoelectrice au două proprietăți. Acestea poartă denumirea de efect direct și efect indirect:

Efectul direct (a) este proprietatea unor materiale de a dezvolta schimbări electrice (polarizare electrică) la suprafața lor atunci când sunt acționate mecanic.

Efectul indirect (b) este proprietatea materialelor de a dezvolta deformări mecanice sub acțiunea unui câmp electric. [1].

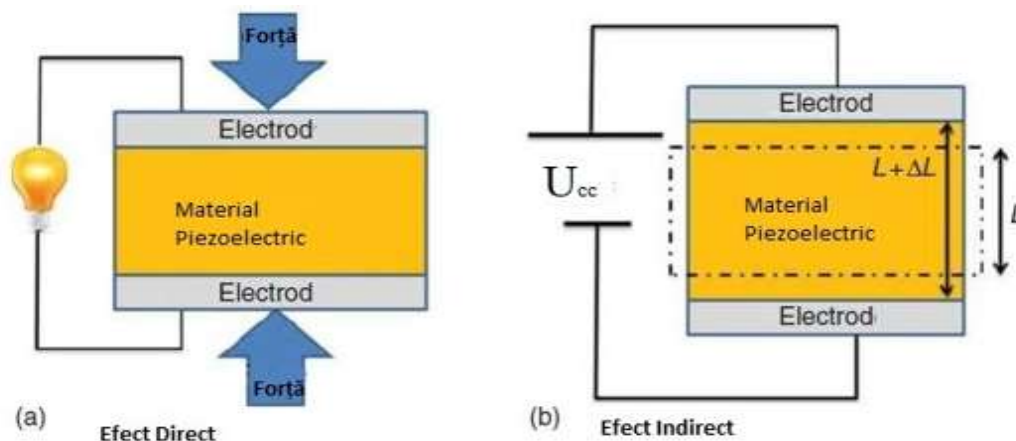


Fig. 1 Efectul piezoelectric

Materialele respective au abilitatea de a produce energie electrică din mecanică, de exemplu, ele pot transforma fenomene mecanice, precum vibrațiile, în electricitate. Aceste materiale pot fi folosite în aplicații care nu au la dispoziție curent venit din exterior și nu pot utiliza nici baterii.

Scopul lucrării

Scopul lucrării este crearea unui stand de laborator care permite generarea energiei electrice prin intermediul materialelor piezoelectrice.

2. Prezentarea standului

Experimentele au arătat că materialele piezoelectrice ar putea fi folosite ca generatoare de energie (Fig. 2), însă, la moment, cantitatea de energie produsă de ele este încă foarte scăzută, de unde vine și necesitatea de a le optimiza.

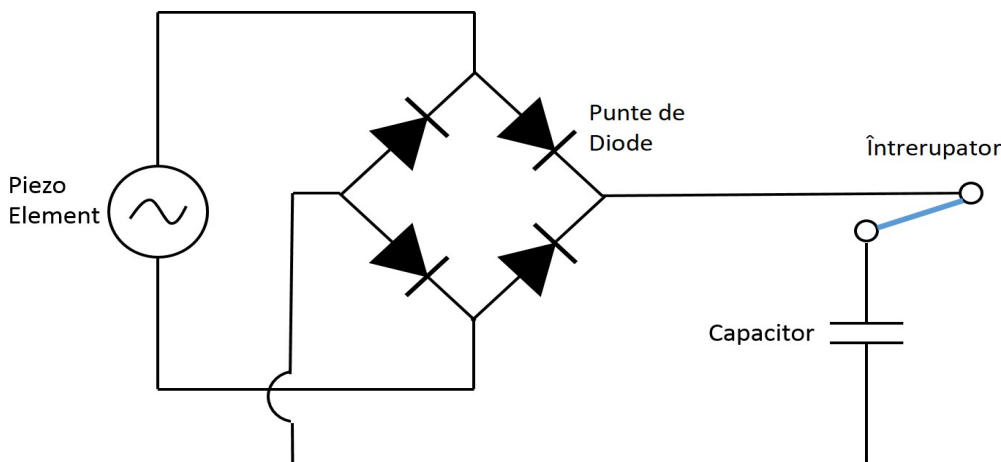


Fig.2: Schema generală a unui generator piezoelectric.

2.1 Materiale utilizate

Baza acestui proiect o reprezintă senzorii piezoelectrice, care utilizează efectul piezoelectric pentru măsurarea schimbărilor de presiune, accelerație, temperatură, tensiune sau forță, prin transformarea acestora într-o sarcină electrică. Prefixul "piezo"- vine din greacă și se traduce ca "apăsare" sau "strângere" (Fig. 3).[2]

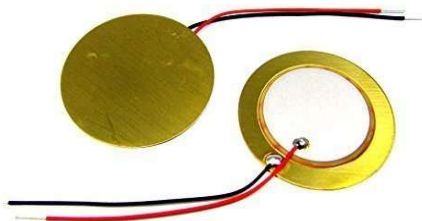


Fig. 3 Senzori piezoelectrice

Sarcina electrică obținută în urma acționării asupra senzorului se acumulează într-un condensator sau în un supercondensator care permite acumularea unei cantități mult mai mari de energie decât într-un condensator electric obișnuit. Luând în considerare faptul că curentul de la ieșirea senzorului este alternativ, pentru a acumula energie eficientă în condensator, folosim puntea de diode care realizează conversia de curent alternativ de la intrare în curent continuu la ieșire. În rol de consumator avem conectat un LED care, prin intermediul unui întrerupător, se conectează la bornele condensatorului.[3]

2.2 Alegerea materialelor piezoelectrice

Ceramica piezoelectrică aparține grupului de materiale feroelectrice. Materialele feroelectrice sunt cristale care sunt polarizate fără a fi acționate cu un câmp electric. Efectul piezoelectric este observat în ceramica piezoelectrică, cum ar fi: PbTiO_3 , PbZrO_3 , PVDF și PZT. Principala componentă a proiectului dat este materialul piezoelectric.

Alegerea corectă a materialului este de importanță primordială. Pentru a determina materialul cel mai potrivit, a fost făcută analiza celor mai ușor disponibile materiale piezoelectrice - PZT și PVDF. Criteriul de selecție a fost producerea unei tensiuni de ieșire mai bune în urma aplicării diferitelor presiuni.

Pentru a înțelege tensiunea de ieșire corespunzătoare diferitelor forțe aplicate, au fost reprezentate caracteristicile fiecărui material, și anume: PZT (Fig.4) și PVDF (Fig.5). Pentru aceasta, materialul traductorului piezoelectric testat este plasat pe un senzor de forță. Tensiunea obținută de la PZT este de aproximativ 2 V, iar cea a PVDF este în jur de 0.4V. Astfel, putem să concluzionăm, că o mai bună tensiune de ieșire este obținută de la PZT.[4]

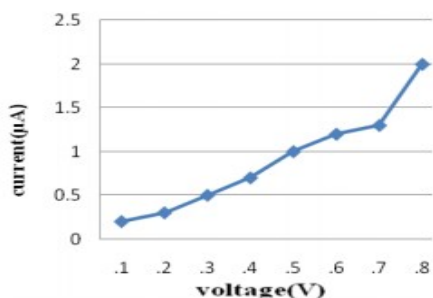


Fig.4 Caracteristicile PZT

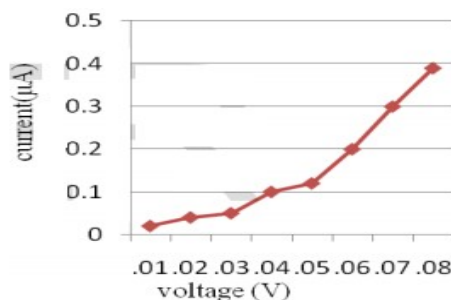


Fig.5 Caracteristicile PVDF

2.3 Studiul Conexiunilor

Pentru determinarea modului de conectare a senzorilor care pot să ofere o tensiune și un curent acceptabil, a fost realizată conexiunea a 3 senzori PZT în serie și în paralel.

Un voltmetru și un ampermetru au fost conectați la aceste combinații de conexiuni. Pe măsură ce se aplica o forță asupra senzorilor, s-au observat tensiunea și curentul corespunzător (Fig.6), (Fig.7).

În urma măsurărilor efectuate s-a dedus că la conectarea în paralel se generează curent mai mare decât la conectarea în serie.

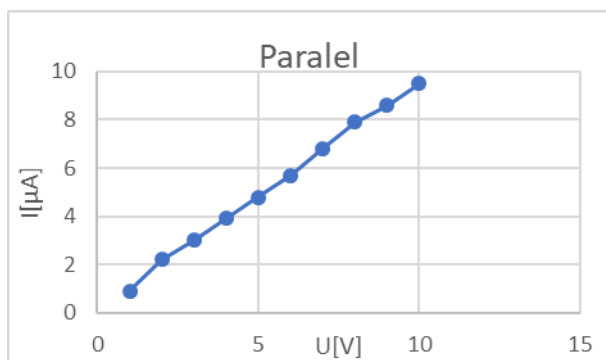


Fig.6 Rezultate pentru conexiunea în paralel

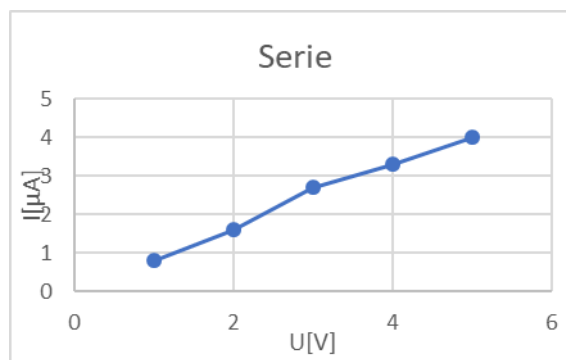


Fig.7 Rezultate pentru conexiunea în serie

2.4 Montajul și modul de funcționare

Materialele piezoelectrice convertesc presiunea aplicată asupra sa în energie electrică. Sursa de presiune poate veni, fie din greutatea vehiculelor în mișcare, fie din greutatea persoanelor care se deplasează pe acestea.

Tensiunea produsă la ieșire de către materialul piezoelectric nu este una stabilă, de aceea, este folosită puntea de diode pentru a transforma această tensiune variabilă într-una liniară. Tensiunea de ieșire continuă este stocată într-un supercondensator. Deoarece tensiunea și curentul de ieșire produsă de un singur sensor piezoelectric a fost extrem de scăzută, s-a investigat combinația la câțiva senzori.

Au fost testate două conexiuni posibile – conexiunea în paralel și serie. În aplicație (Fig.8) se utilizează conexiunea în paralel pentru producerea tensiunii de 15 V.

Tabelul 1: Pragul de deschidere a LED-urilor

Culoare	Dimensiune	Tensiune (volți)	Curent (miliamperi)
ROȘU	5mm	1.8 – 2.3 V	20 mA
GALBEN	5mm	2.1 - 2.5 V	20 mA
VERDE	5mm	2.8 – 3.3 V	20 mA
ALB	5mm	3.0 – 3.5 V	20 mA
ALBASTRU	5mm	3.0 – 3.5 V	20 mA
MOV	5mm	2.8 – 3.6 V	20 mA

În montajul proiectului au fost realizate 4 conexiuni în paralel, cu câte 4 senzori montați reciproc în paralel pentru a obține un curent mai mare (Fig. 9). De asemenea, a fost utilizat un LED, pragul de deschidere a căruia, să aibă valoare cât mai mică. Din aceste considerente, s-a hotărât utilizarea unui LED de culoare roșie pe post de consumator, pentru reducerea consumului de energie electrică.[5]

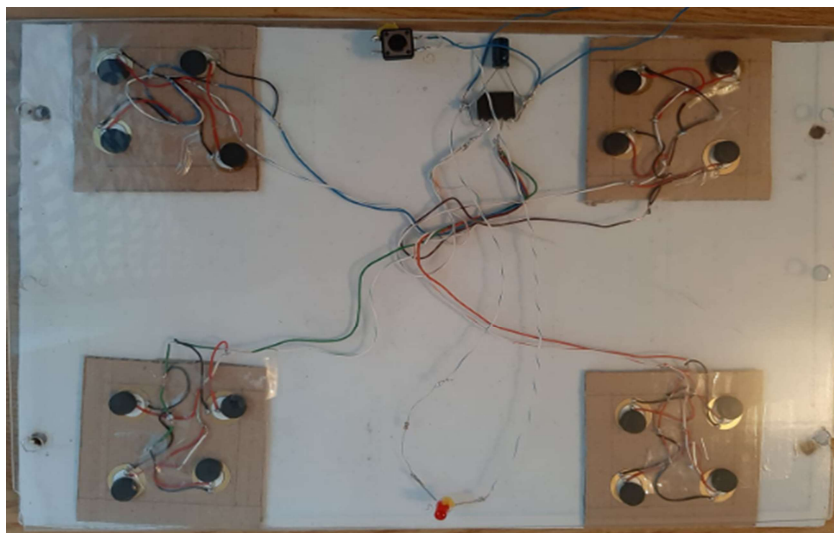


Fig. 8 Montajul

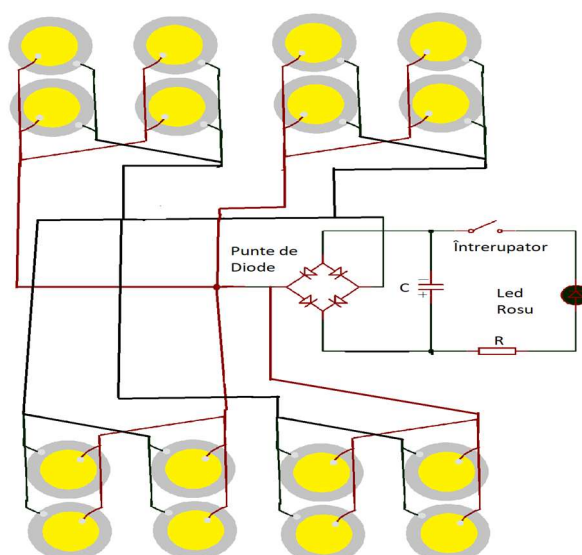


Fig. 9: Schema montajului

3. Măsurări și observații

În machetă am utilizat 16 senzori piezoelectrice cu diametrul de 15 mm. Deoarece energia generată de senzori variază în dependență de forța aplicată, am obținut:

- Tensiunea minimă = 1 V la o acționare de ≈ 10 N
- Tensiunea maximă = 15 V la o acționare de ≈ 350 N
- Curentul minim = 1μ A la o acționare de ≈ 10 N
- Curentul maxim = 35μ A la o acționare de ≈ 350 N

La utilizarea unui condensator electric obișnuit cu caracteristicile $U=16$ V și $C=220 \mu$ F, obținem $U= 6$ V pe condensator la acționarea timp de un minut, cu o frecvență de acționare asupra senzorilor de ≈ 200 act/min și o forță de ≈ 300 N.

La conectarea LED-ului direct la bornele puții de diode se înregistrează pulsații luminoase slab observabile.

Pentru îmbunătățirea rezultatelor pot fi utilizați:

- Senzori piezoelectrice cu dimensiuni mai mari și caracteristici mai bune;
- Conectarea unui număr mai mare de senzori;
- Utilizarea ceramicelor de ultimă generație (de ex.: un senzor PZT-5H cu dimensiunile de 120×50 mm poate genera tensiune între 0-85V, curent 0-65mA.[6])

4. Concluzie

A fost creată o placă cu generatoare piezoelectrice capabilă să genereze 15 V și 35 μ A. Comparația făcută dintre diferite materiale piezoelectrice a indicat că PZT are caracteristici superioare. Greutatea aplicată pe placă și tensiunea corespunzătoare generată a fost studiată și s-a constatat că acestea au o relație liniară.

Acest proiect este conceput pentru a fi utilizat în locuri publice, precum stațiile de cale ferată, școli, universități, birouri, stații de metrou, aeroport etc., în esență, acolo unde mulți oameni trec zilnic. În astfel de locuri, acest dispozitiv poate fi plasat la intrări și ieșiri. Energia electrică obținută poate fi utilizată la iluminarea stradală fără utilizarea liniilor lungi de înaltă tensiune. Ele mai pot fi folosite și în rol de porturi de încărcare, iluminare a clădirilor din apropierea trotuarelor .

Avantaje:

1. Răspuns la frecvențe mari;
2. Auto-generarea, nu au nevoie de surse externe;
3. Ușor de utilizat, au dimensiuni mici și o gamă largă de măsurători;
4. Ceramicile piezoelectrice pot fi modelate în orice formă;

Dezavantaje:

1. Nu sunt potrivite măsurării în stare statică;
2. Din motiv că funcționează la curent mic, este nevoie de cablu de înaltă impedanță pentru interfața electrică;
3. Tensiunea de la ieșire se schimbă în funcție de variația temperaturii cristalului;
4. Dacă umiditatea relativă nu este între 85- 35%, tensiunea de la ieșire va fi afectată, dacă nu se aplică un strat protector de ceară, sau material polimetric.

Bibliografie:

- [1]. Rîșteiu M. N., Lorincz A.-E - *Sisteme cu microprocesor, Îndrumător de laborator...*, Litografia U.P.
- [2]. Howells C. - *Piezoelectric energy harvesting*, Energy Conversion and Management, Elsevier, 2009
- [3]. Poddar S., Dutta M., et al. - Footstep Voltage Generator using Piezo-Electric Transducers, International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 8, Issue 3, March-2017
- [4]. L. Samoilă, S. Arad – *Materiale electrotehnice. Caracteristici și utilizări*. Editura Universitas, Petroșani, 2001
- [5]. L. Samoilă, I. Uțu – *Senzori și traductoare. Principii de funcționare*. Editura Universitas, Petroșani, 2010
- [6]. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Supercondensator>
- [7]. Holler, F. James; Skoog, Douglas A. & Crouch, Stanley R. *Principles of Instrumental Analysis (6th ed.)*. Cengage Learning, 2007
- [8]. Panasonic, Electric Double Layer Capacitor, Technical guide,1. Introduction,Panasonic Goldcaps Archived at the Wayback Machine, 2014
- [9]. 4. <https://www.ijser.org/researchpaper/Footstep-Voltage-Generator-using-Piezo-Electric-Transducers.pdf>

ASPECTE PRIVIND RACORDAREA UNEI CENTRALE FOTOVOLTAICE LA SEN ÎN CONDIȚII ECONOMICE OPTIME

Autori: Angelo Nicolae PETRE ¹, Dan GRIGORESCU ²
angelo_petre@yahoo.com

Coordonator: Conf. univ. dr. ing. Brana Liliana SAMOILĂ³ Conf. univ. dr. ing. Ilie UȚU⁴

¹ Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Energetica industrială , anul IV

² Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Electromecanică , anul III.

³ Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE

⁴ Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE

Rezumat

Pentru mulți investitori racordarea centralelor fotovoltaice la Sistemul Energetic Național (SEN) reprezintă o reală provocare și una din etapele care costă în jur de 10-15 % din totalul investiției, uneori chiar mai mult, dacă prin avizul tehnic de racordare se impun și alte lucrări, ca de exemplu lucrări de întărire a rețelei. Dezideratele la care au răspuns lucrările prezentate sunt: racordarea unei centrale fotovoltaice (CEF) construite la S.C. Refraceram S.R.L. Bara la rețea cu costuri cât mai mici precum și un al doilea deziderat și anume ca energia produsă de CEF să fie direcționată întâi către consumul propriu și doar excedentul să fie injectat în rețea.

Cuvinte cheie

centrală fotovoltaică, energie, racordare,

1. Considerații generale

Pentru mulți investitori racordarea centralelor fotovoltaice la SEN reprezintă o reală provocare și una din etapele care costă în jur de 10-15 % din totalul investiției, uneori chiar mai mult, dacă prin avizul tehnic de racordare se impun și alte lucrări, ca de exemplu lucrări de întărire a rețelei.

Unul dintre deziderate a fost de a realiza o racordare a Centralei electrice fotovoltaice (CEF) la rețea cu costuri cât mai mici. Un al doilea deziderat a fost ca energia produsă de CEF să fie direcționată întâi către consumul propriu și doar excedentul să fie injectat în rețea. În cele ce urmează voi argumenta această necesitate pe un exemplu concret.

Pentru îndeplinirea celor două deziderate am propus o soluție originală, posibil unică, care ulterior s-a și concretizat. Soluția propusă folosește la maxim rețeaua proprie a întreprinderii și, după cum se va vedea, va reuși să realizeze o racordare la SEN cu costuri de 0 lei pe tarif de racordare.

La momentul redactării lucrării furnizorii ofertează energia electrică la un preț de 285-300 lei/MWh, referindu-ne aici doar la componenta de energie activă.

La prețul facturat se mai adaugă tariful de introducere a energiei electrice în rețea TG=1,18 Lei/MWh, tariful de extragere a energiei electrice din rețea TL=16,89 lei/MWh, tariful pentru servicii de sistem TS= 11,55 lei/MWh, tariful pentru serviciul de distribuție a energiei electrice IT= 15,87 lei/MWh, tariful pentru serviciul de distribuție a energiei electrice MT= 33,99 lei/MWh, contravaloarea certificate verzi 59,24 lei/MWh, acciza la energie de 2,44 lei/MWh, taxa pe cogenerarea de înaltă eficiență 11,86 lei/MWh, plus contravaloarea energiei reactive. Se ajunge astfel la un preț de 430-447 lei/MWh.

Pe de altă parte, existența unui excedent mare de certificate verzi din piață și a unor cote obligatorii de achiziție mici face foarte dificilă valorificarea lor, care în acest moment se tranzacționează la pragul minim acceptat de legislația în vigoare și care în mod cert nu va mai fi depășit în sus, deoarece din 2021 vor intra în piață și certificatele verzi amânate la tranzacționare (2 CV/MWh pentru centralele fotovoltaice) ducând la creșterea excedentului.

O strategie folosită de producătorii care sunt și consumatori este de a găsi parteneri comerciali cu care să încheie un pachet de contracte, primul pe furnizarea de energie electrică, al doilea pe achiziția excedentului de energie electrică, al treilea pe vânzarea-cumpărarea de certificate verzi și eventual un al patrulea pe PRE (partea responsabilă cu echilibrarea) pentru echilibrarea energiei notificate în vederea injectării în rețea. În acest fel se valorifică certificatele verzi, dar cu cât numărul lor/MWh este mai mare cu atât furnizorul practic forțează acceptarea unui preț tot mai mic la energia achiziționată, de exemplu 180 lei/MWh fără CV, 100 lei/MWh cu 2 CV sau 1 leu/MWh cu 4 certificate verzi/MWh produs în cazul sursei fotovoltaice.

Se ajunge astfel la o diferență foarte mare între 430-447 lei/MWh la energia electrică cumpărată și 1 leu/MWh la energia vândută.

Concluzia logică este că din punct de vedere economic cel mai corect este să se consume prioritar energia electrică produsă de centrala fotovoltaică și doar atunci când există excedent de energie electrică să se injecteze surplusul în rețea. Deci ideal este ca întâi să se distribuie energia electrică produsă către consumatorii proprii și abia după aceea să se dirijezi către rețeaua națională.

2. Realizarea centralei fotovoltaice

Analizând istoricul consumului de energie electrică ai S.C. REFRACERAM S.R.L. din localitatea Baru Mare, jud. Hunedoara, și ținând cont de prognoza de evoluție a afacerii pentru anii următori, precum și de posibilitățile de susținere financiară a investiției de către firmă, s-a hotărât ca puterea instalată a centralei fotovoltaice (CEF) Baru să fie inițial de 600 kW, 500 kW într-o primă etapă și suplimentar încă 100 de kW într-o a doua etapă; ulterior, după finalizarea primilor 500 de kW, datorită unor modificări din piață, determinate de scăderea numărului de certificate verzi acordate de la 6 CV/MWh la 4 CV/ MWh, s-a renunțat la suplimentarea cu 100 de kW și s-a definitivat pe o putere instalată de 500 kW. Această putere instalată mai mică de un MW este avantajoasă și din prisma contribuției anuale din cifra de afaceri, care trebuie plătită la ANRE, care este mai redusă pentru puterile instalate $P_i < 1$ MW.

Realizarea investiției se poate structura pe două etape:

1. Realizarea investiției pe partea de curent continuu și curent alternativ de joasă tensiune (centrala fotovoltaică propriu-zisă), adică montarea panourilor fotovoltaice, racordarea lor prin cabluri de curent continuu până la STRING-BOX-uri, conectarea STRING-BOX-urilor la invertoare, apoi conectarea invertoarelor la două tablouri generale de joasă tensiune.
2. Distribuirea energiei electrice produse la consumatorii proprii din întreprindere, racordarea la SEN și evacuarea excedentului de energie electrică în sistemul energetic național.

Centrala fotovoltaică este compusă din panouri fotovoltaice care sunt montate pe structuri metalice realizate din profile de aluminiu și sunt fixate prin intermediul unor cleme speciale. Structura trebuie să aibă rezistență mecanică la deformare suficient de mare, astfel încât să nu se spargă panourile fotovoltaice, care au la exterior un strat de sticlă, nici în condițiile cele mai defavorabile (vânt, zăpadă, chiciură).

La montarea panourilor fotovoltaice pe cele trei corpuri de clădire, s-au întâlnit 4 situații diferite de montare.

Pe clădirea birouri nu a fost necesară nici o modificare, structura din profile de aluminiu putându-se monta direct pe șarpanta cu orientare sudică a clădirii, după cum se poate vedea în fotografia din fig. 1.

Pe clădirea birouri s-au montat 200 panouri fotovoltaice, cu o putere instalată de 52 kWp.

Clădirea laborator (fig. 2) a fost inițial reparată din punct de vedere al hidroizolației. Pentru a putea fixa profilele de aluminiu a fost nevoie de executarea unei structuri metalice care să descarce sarcinile către structura de rezistență a clădirii în dreptul nervurilor longitudinale ale chesoanelor prefabricate ale acoperișului. Fixarea în beton a profilelor metalice s-a realizat prin cea mai prietenoasă metodă dpdv al afectării integrității acoperișului, prin prezoane fixate cu ancore chimice.



Fig. 1 Panouri fotovoltaice pe clădirea birouri



Fig. 2 Panouri fotovoltaice pe clădirea laborator.

Modulele fotovoltaice sunt montate pe rânduri unele în spatele celorlalte. În particular, din această configurație rezultă automat umbrirea parțială a fiecărui rând (cu excepția primului rând) de rândul din fața lui.

Condiția care se pune pentru evitarea pierderilor de producție datorate umbririi este prin alegerea distanței dintre rânduri astfel încât umbrirea parțială să fie evitată la amiază la solstițiul de iarnă.

Inițial proiectantul a prevăzut în mod eronat instalarea a 5 rânduri de panouri fotovoltaice pe clădirea laborator, dar în urma simulărilor 3D pe care le-am făcut în SolidWorks am constatat că distanța dintre rânduri nu a fost calculată corect și apărea fenomenul de umbrire.

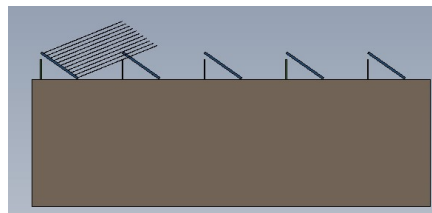
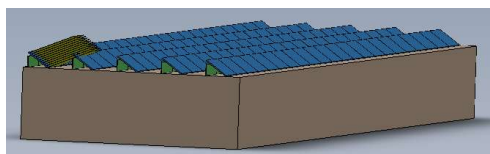


Fig3 Simulare 3D în SolidWorks a instalării panourilor fotovoltaice pe clădirea laborator

Datorită acestui fenomen am acceptat montarea pe clădirea laborator doar a 4 rânduri x 22 panouri fotovoltaice/rând, rezultând un total de 88 panouri fotovoltaice, cu o putere instalată de 22,88 kWp. Celelalte 22 de panouri care s-au mai putut instala s-au relocalat pe hala de producție.

În ceea ce privește hala de producție, acest caz a fost mai dificil, datorită unghiului de înclinare al șarpantei de tablă cutată zincată de 9° față de orizontală, dimensionarea structurii de susținere a panourilor fotovoltaice și stabilirea numărului de rânduri de panouri fotovoltaice care se pot încadra în spațiul disponibil, fără să apară fenomenul de umbrire, s-a făcut direct în mediul virtual 3D în SolidWorks.

Din calcule a reieșit că se pot instala maxim 7 rânduri de panouri fotovoltaice (fig. 4).

Pe hala de producție, pe învelitoarea realizată din tablă cutată zincată, s-au montat 852 de panouri fotovoltaice cu o putere instalată de 221,52 kWp

Datorită faptului că luminatoarele au fost reproiectate cu scopul precis de a se monta pe ele panouri fotovoltaice, montajul a fost foarte rapid și suprafața utilă a fost folosită la maxim. După cum spuneam mai sus doar pe cele două luminatoare s-au instalat 780 de panouri fotovoltaice cu o putere instalată de 202,8 kWp, adică peste 40 % din puterea instalată a CEF Baru (Fig. 5).



Fig. 4 Panouri fotovoltaice montate pe hala de producție



Fig. 5 Porțiuni din luminator

Prin gruparea invertoarelor pe zone s-a dorit obținerea unor lungimi minime a cablurilor de coborâre de la șirurile de panouri fotovoltaice la invertoare dar și posibilitatea de a asigura un microclimat corespunzător invertoarelor, prin plasarea acestora în încăperi centralizate dedicate. Astfel s-a stabilit necesitatea a două încăperi, pe care le-am denumit generic *Camera invertoare 1* și *Camera invertoare 2*. Una din camere exista și doar a fost amenajată, cealaltă a fost construită prin forțe proprii.

Camera de invertoare 1 adăpostește 6 invertoare centralizate PV MASTER II 450-047-TT, a căror producție de energie electrică este transmisă la tabloul electric secundar UV1 prin intermediul unor cabluri flexibile de cupru de tipul CYYF 4 x35 mm² iar camera de invertoare 2 adăpostește 4 invertoare centralizate PV MASTER II 450-047-TT, a căror producție de energie electrică este transmisă la tabloul electric secundar UV2 prin intermediul unor cabluri flexibile de cupru de tipul CYYF 4 x35 mm².

Intrarea în UV1 și UV2 văzută dinspre partea de generare se face prin siguranțe fuzibile de 80A iar ieșirea spre TDG (tabloul de distribuție general) se face prin siguranțe de 250 A pe fiecare cablu. Siguranțele sunt debroșabile asigurând, atunci când este necesar, separarea invertoarelor dinspre partea de curent alternativ. Separarea dinspre partea de curent continuu a invertoarelor se face prin întrerupătoarele de c.c. din Strigbox-uri. Conform normativelor specifice, invertoarele trebuie să se poată separa vizibil de toate cele trei surse de tensiune (curent continuu dinspre panouri, curent alternativ dinspre rețea sau tensiune de la o sursă externă suplimentară).

Ulterior întreaga producție de energie electrică de la UV1 și UV2 este transportată pe bara de 0,4 kV a tabloului electric de distribuție general TDG amplasat în postul de transformare uzinal PT3 20/0,6 kV.

Un factor decisiv în poziționarea camerelor de invertoare a fost existența cablurilor de forță pe 0,4 kV de la două instalații industriale dezafectate, Cuptorul Tunel numărul 1 și Cuptorul Tunel numărul 2, câte 2 cabluri de aluminiu rigide de 240 mm² în paralel, de tipul ACYABY-F 3x240+120 pentru fiecare cuptor, în lungime de aproximativ 80 m pentru fiecare din cele 4 cabluri, gata pozate pe paturi de cabluri și având asigurată intrarea în postul de transformare uzinal PT3. Folosirea acestor avantaje a permis scăderea costurilor finale ale investiției.

În figurile 6 și 7 sunt prezentate două scheme electrice monofilare de conectare a panourilor fotovoltaice la invertoare, gruparea invertoarelor pe tablourile electrice secundare UV1 și UV2 și conectarea la tabloul de distribuție general TDG. Schemele s-au realizat cu ajutorul softului Edraw Max.

3. Racordarea la SEN și distribuția energiei produse la consumatorii proprii

Deoarece capacitatea de transport și distribuție a energiei electrice în cadrul întreprinderii a fost dimensionată pentru un nivel de producție mult mai mare și datorită faptului că majoritatea clienților principali (combinat metalurgice) și-au diminuat producția sau chiar au dispărut, consumul actual de energie electrică s-a diminuat, rezultând un grad de încărcare redus al transformatoarelor 20/0,4 kV. Transformatoarele subîncărcate au pierderi de mers în gol mari. Posturile uzinale PT2 și PT3 sunt situate la o distanță foarte mică unul de altul de 20 m, aici aflându-se cea mai mare densitate de consumatori.

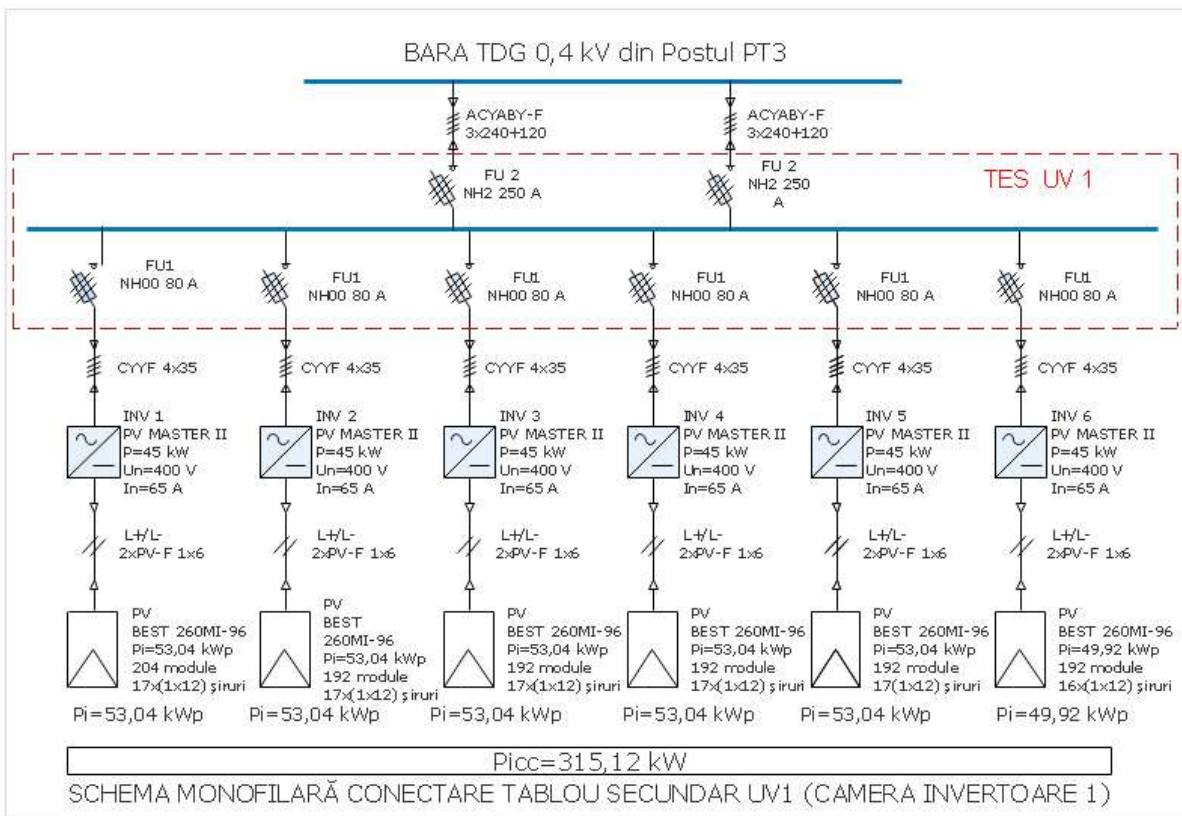


Fig. 6 Schema electrică monofilară de conectare la tabloul secundar UV1

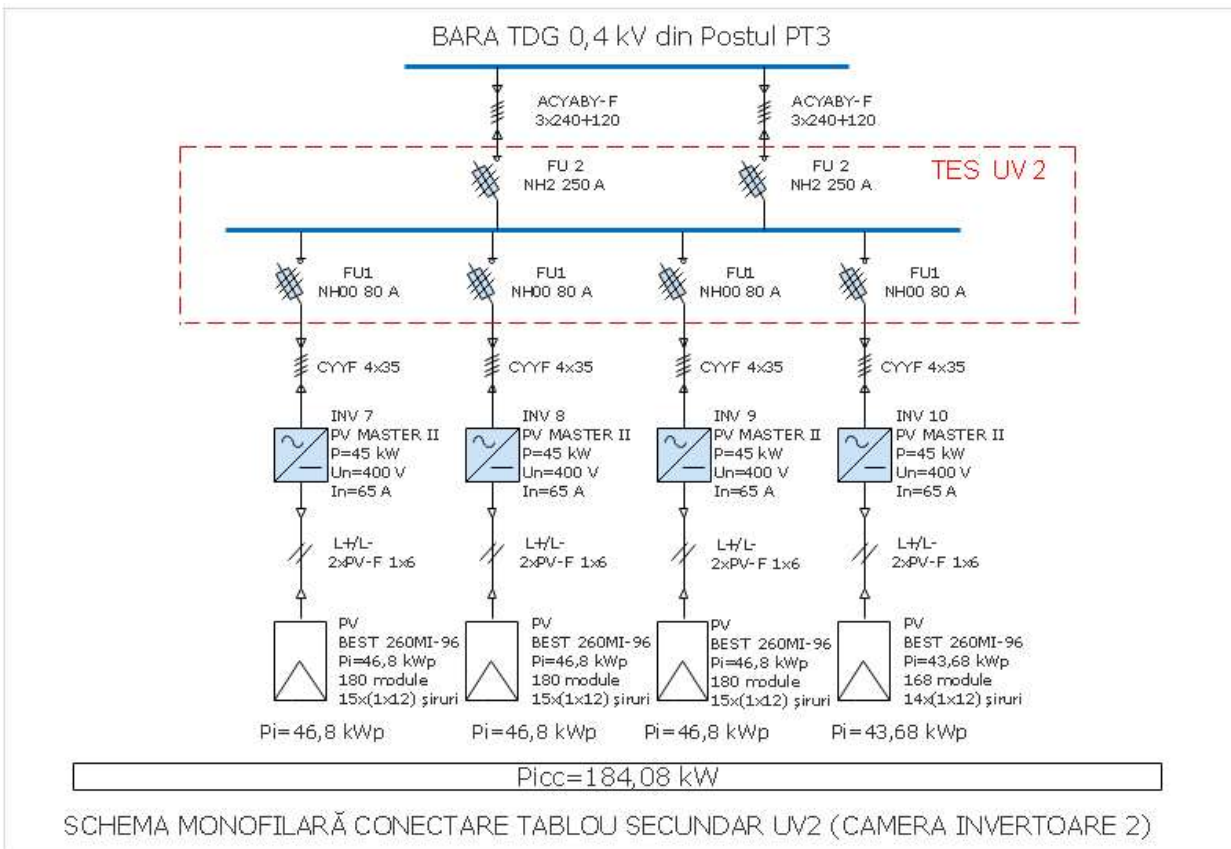


Fig. 7 Schema electrică monofilară de conectare la tabloul secundar UV2

În urma restructurării și redimensionării producției o parte din consumatorii proprii au dispărut. Consumatorii rămași cu alimentarea din PT2 pot fi preluați fără probleme de către PT3. În acest scop s-au conectat secția de bare de la PT2 cu secția de bare de la PT 3 prin intermediul a două cabluri ACYY 240 mm² care porneau din PT3 și alimentau doi

mari consumatori, care au dispărut. Respectiv cabluri treceau pe lângă PT2, astfel că nu a fost nevoie de nici o investiție pentru a rezolva problema, decât costul papucilor de cablu pentru racordarea pe secția de bare. Prin această acțiune simplă nu a mai fost necesară conectarea nici unuia din cele două transformatoare 20/0,4 kV din PT2, crescând astfel eficiența energetică a întreprinderii.

În același timp am considerat că cel mai bun punct de conectare al centralei fotovoltaice la rețeaua proprie a întreprinderii este bara de 0,4 kV din PT3. Astfel, energia produsă de CEF poate fi distribuită la aproximativ jumătate din consumatorii întreprinderii (alimentați din PT2 și PT3) direct la tensiunea de 400 V obținută din cele 10 invertoare, prin intermediul tabloului de distribuție general TDG, conectat la secția de bare 0,4 kV din PT3, și implicit la secția de bare 0,4 kV din PT2, prin cele două cabluri despre care am scris mai sus.

Soluția propusă de autorul lucrării pentru distribuția energiei produse la consumatorii proprii și racordarea la SEN este prezentată în figura 8.

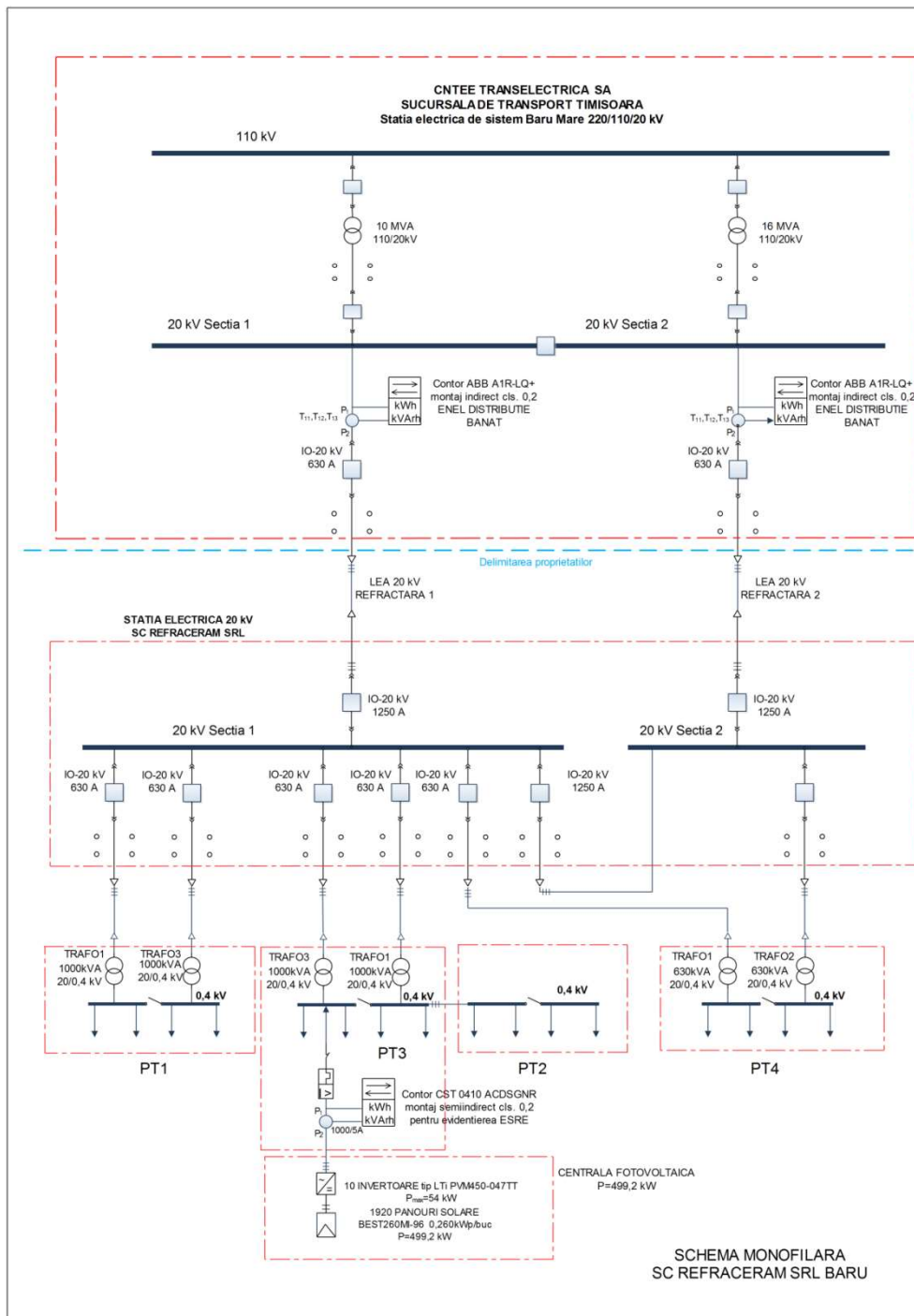


Fig. 8 Soluția propusă pentru distribuția energiei produse la consumatorii proprii și racordarea la SEN

În acest mod energia electrică este folosită eficient, nemaifiind nevoie ca tensiunea să fie ridicată la 20 kV, cât este tensiunea nominală a Stației electrice uzinale SC Refraceram SRL Baru, printr-un transformator ridicător de

tensiune 0,4/20 kV, pentru ca mai apoi să fie coborâtă din nou la tensiunea nominală a consumatorilor de 0,4 kV printr-un alt transformator coborâtor de tensiune 20/0,4 kV.

Dacă există deficit de energie pe bara de 0,4 kV din PT3, atunci o parte din energie este furnizată de CEF iar diferența este absorbită din rețea. Dacă există excedent de energie, atunci TRAF03 PT3 (de bază) sau TRAF01 PT3 (în rezervă) vor lucra ca ridicătoare de tensiune 0,4/20 kV și circulația de puteri va fi către Stația 20/6/0,4 kV a SC Refraceram SRL.

De pe bara de 20 kV a Stației 20/6/0,4 kV, energia este distribuită către ceilalți consumatori proprii alimentați din posturile PT1 și PT4. Dacă mai există în continuare excedent de energie, prin intermediul celor două linii LEA 20 kV REFRACTARA 1 și LEA 20 kV REFRACTARA 2, aflate în proprietatea întreprinderii, surplusul este evacuat în Sistemul Electroenergetic Național în Stația Transelectrica Baru Mare 220/110/20 kV.

Originalitate soluției propuse este că elimină necesitatea investiției într-un transformator ridicător de tensiune 0,4/20 kV, într-o celulă de 20 kV pentru conectarea la secția de bare de 20 kV precum și în cabluri și alte accesorii, prin folosirea unui transformator existent, care, în funcție de circulația puterilor, este *folosit bidirecțional, fie ca ridicător de tensiune 0,4/20 kV dacă există excedent de energie, fie ca și coborâtor de tensiune 20/0,4 kV dacă există deficit de energie la nivelul posturilor PT3 și PT2.*

4. Concluzii

Principalele aspecte pozitive ale soluției propuse sunt:

- dezvoltarea durabilă; conform Raportul Brundtland: „dezvoltarea durabilă este dezvoltarea care urmărește satisfacerea nevoilor prezentului, fără a compromite posibilitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi” (https://ro.wikipedia.org/wiki/Dezvoltare_durabil%C4%83)

- folosirea unei E-SRE (energii electrice produse din surse regenerabile de energie) cu impact zero asupra mediului (sursa solară) pentru producerea energiei electrice are o contribuție la protejarea mediului prin evitarea tăierii a 105477 copaci sau a evacuării în atmosferă a 1120 tone de CO₂ (valori valabile în momentul redactării lucrării). Jumătate din această producție de energie electrică este consumată în întreprindere de consumatorii proprii;

- nu a fost afectat terenul (nu a fost nevoie de ex. de scoaterea terenului din circuitul agricol), amplasarea celor 1920 de panouri fotovoltaice făcându-se integral pe acoperișurile societății;

- eficiență energetică prin producerea energiei direct la locul de consum; se evită astfel pierderile din rețeaua de transport (Transelectrica) și din rețelele de distribuție. Se estimează că 10-15 % din energia transportată reprezintă diverse pierderi;

- eficiență energetică prin soluția de distribuție către consumatorii proprii, prin care se alimentează jumătate din consumatori direct la 400 V, evitând pierderile de transformare 0,4/20/0,4 kV;

- simultan cu pregătirea unor suprafețe pentru montarea panourilor, cu aceleași costuri, s-a realizat și reabilitarea unor acoperișuri, învelitoare de acoperișuri sau luminatoare;

- având acces la o sursă ieftină de energie electrică poate fi un avantaj, în ceea ce privește competitivitatea față de concurență, prin costuri mai mici de producție, deci se pot vinde produsele finite ale întreprinderii la un preț mai mic, iar dacă se vând la același preț atunci crește marja de profit;

- folosirea inteligentă a infrastructurii energetice proprii a permis găsirea unei soluții cu costuri zero pentru tariful de racordare și cu costuri foarte mici la capitolul costuri proprii;

- soluțiile propuse de autorul lucrării au o finalitate practică.

Menționăm însă și câteva aspecte negative legate de generarea energiei electrice din surse regenerabile, respectiv în centrale fotovoltaice.

Autorul lucrării consideră că cea mai mare problemă în sectorul de regenerabile a fost și este instabilitatea legislativă. Aceasta a condus la o lipsă de predictibilitate și aproape la imposibilitatea de a respecta un plan de afaceri, ducând o parte din investitori către faliment.

O lovitură dură pentru investitori a fost amânarea de la tranzacționare a unui număr de certificate verzi (CV), în funcție de tipul de E-SRE folosită (1 CV/MW livrat amânat pentru eoliene și microhidrocentrale, 2 CV/MW livrat pentru parcurile fotovoltaice) începând cu iulie 2013. Concret, SC Refraceram SRL a obținut licența pentru exploatarea comercială a capacităților de producție pentru o putere instalată de 499,2 kW. Conform acreditării, SC Refraceram SRL primește 6 CV pentru fiecare MWh de energie electrică produsă din ESRE, reușind astfel să se beneficieze de cea mai avantajoasă schemă de sprijin, deoarece peste doar 20 de zile de la acreditare legislația s-a modificat și urmau să se acorde doar 4 CV pentru fiecare MWh de energie electrică produsă din sursă solară.

În momentul redactării lucrării, SC Refraceram SRL are amânate de la tranzacționare un număr mare de CV, iar această cantitate va crește până în 2021, când se vor elibera în mod progresiv pentru tranzacționare.

La momentul actual există un excedent de 13 milioane de CV în piață, pe care producătorii nu le-au putut valorifica. SC Refraceram SRL este în situația fericită că nu are pe stock nici măcar un CV, reușind să le vândă pe toate. Considerăm că în 2021 va fi un nou șoc în piață, determinat pe de o parte de faptul că nu vor mai fi amânate de la tranzacționare CV, pe de altă parte de faptul că în piață vor intra progresiv și CV amânate. Pe un exemplu concret, SC Refraceram SRL în loc de 4 CV/MW livrat va primi 6 CV/MW livrat plus probabil încă 2 CV/MW livrat din certificatele amânate. Practic se vor dubla CV primite, ceea ce este un lucru deosebit de bun din punct de vedere financiar, dar piața va fi saturată de CV și vor fi extrem de dificil de valorificat.

O altă problemă a fost scăderea abruptă a prețului unui CV, care inițial se vindeau la prețul maxim stabilit de lege, deoarece exista un deficit de CV pe piață, dar după explozia de investiții în regenerabile de aproximativ 8 miliarde

de euro, a apărut un excedent de CV pe piață, care a avut ca efect stabilizarea prețului certificatelor verzi la pragul minim prevăzut în lege.

Bibliografie

- [1]. Aviz tehnic de racordare pentru producător cu generatoare fotoelectrice nr. 1 din 24.07.2013 emis de Transelectrica SA Sucursala de Transport Timișoara
- [2]. Ordinul ANRE 30/2013 privind aprobarea Normei tehnice „Condiții tehnice de racordare la rețelele de interes public pentru centralele electrice fotovoltaice”
- [3]. ANCA ELECTRIC SISTEM – Studiu de soluție Racordare la SEN parc pentru producere energie fotovoltaică 0,6 MW SC Refraceram SRL loc. Baru, jud. Hunedoara
- [4]. LTi DRIVES GmbH - Operation manual Large-scale inverters PV Master PVM-047-045
- [5]. LTi PVmaster II TT – Technical data
- [6]. <https://www.lti-reenergy.com/service-downloads/access-to-pvmasterde?site=1242743408&lang=en>
- [7]. https://www.enfsolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/2633?utm_source=ENF&utm_medium=panel_profile&utm_campaign=enqui
- [8]. BENDER Operating manual VDM420 Voltageandfrequency monitor
- [9]. BENDER Operating manual CMD 420 CMD 421 Current monitoring device
- [10]. https://ro.wikipedia.org/wiki/Dezvoltare_durabil%C4%83

STUDIU PRIVIND MĂSURAREA INDICATORILOR DE CALITATE A ENERGIEI ELECTRICE ÎN ÎNTREPRINDERILE CU ACTIVITATEA CONTINUĂ

Autori: Ruslan RACU ¹, Cosmin Stefan LAZARESCU ²
ruslanracu1996@gmail.com

Coordonator: Conf. univ. dr. ing. Brana Liliana SAMOILĂ ³

¹ Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Energetica industrială, anul IV

² Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Electromecanică, anul III.

³ Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE

Rezumat

Lucrarea își propune să analizeze posibilitățile de măsurare a indicatorilor de calitate a energiei electrice în întreprinderile cu activitate continuă, unde acest proces este de importanță deosebită în monitorizarea proceselor care se desfășoară fără întrerupere. Am evidențiat abaterile indicatorilor, consecințele acestora și metodele de remediere..

Cuvinte cheie

Calitatea energiei, energie, întreprinderi cu activitate continuă,

1. Introducere

Cele mai multe domenii ale industriei, dar și de altă natură, se confruntă cu problema calității energiei electrice, în special cele care trebuie să ofere un standard ridicat al serviciilor (internet, comunicații de date, fabrici de componente semiconductoare etc.). Calitatea energiei electrice poate fi definită în multe moduri, fiecare individ având propria sa percepție asupra acestei noțiuni, motiv pentru care a fost nevoie de definirea clară și concisă a noțiunii de calitate a energiei electrice și de standardizarea parametrilor care intervin în definirea acestei noțiuni. Tensiunea stabilă, forma de undă nedistorsionată (lipsa armonicilor), abateri minime de la frecvența nominală, sunt doar câteva dintre caracteristicile pe care trebuie să le aibă un sistem electric de calitate.

Diagnosticarea promptă a problemelor care apar în ceea ce privește sistemul de distribuție a energiei electrice conduce la corectarea promptă a acestora. Folosirea unor tehnici de procesare avansată a semnalelor și monitorizarea în timp real a perturbațiilor facilitează depanarea acestor sisteme și evitarea evenimentelor neprevăzute. Monitorizarea liniilor de alimentare cu energie electrică poate conduce la adoptarea de măsuri fiabile pentru prevenirea producerii de perturbații. Sistemele de măsurare digitale pot măsura tensiune, curent, dezechilibre de fază, flux magnetic, temperatură cu o acuratețe foarte mare. Se pot amplasa un număr mare de astfel de sisteme de monitorizare în diverse puncte ale sistemului energetic și astfel, se poate realiza monitorizarea acestuia prin intermediul unei rețele.

2. Componentele calității energiei electrice

Pentru o gestionare judicioasă a aspectelor legate de calitatea energiei electrice, la nivel internațional, s-a convenit gruparea lor în trei componente:

C1 - continuitatea alimentării cu energie electrică

C2 - calitatea tensiunii electrice de alimentare

C3 - calitatea comercială a energiei electrice

Continuitatea alimentării cu energie electrică caracterizează calitatea serviciului de distribuție din punct de vedere al prezenței tensiunii electrice de alimentare în punctul comun de cuplare (PCC). În consecință, *lipsa tensiunii electrice de alimentare* afectează negativ calitatea serviciului de alimentare cu energie electrică.

Calitatea tensiunii electrice de alimentare se referă la asigurarea parametrilor caracteristici în limitele prestabilite, prevăzute de reglementările aplicabile, reprezentând calitatea intrinsecă a energiei electrice în PCC. Nivelul calitativ al tensiunii de alimentare trebuie asigurat prin contribuția producătorului, transportatorului și distribuitorului de energie electrică.

Calitatea comercială vizează aspecte de natură contractuală privind asigurarea unor servicii complementare procesului de distribuție / furnizare energie electrică, ce nu se limitează la funcționarea rețelei electrice, dar care nu sunt tratate în lucrare.

Componentele C1 și C2 ne dau, din punct de vedere tehnic, pe baza unor indicatori adecvați, dimensiunea calității energiei electrice. Deoarece în practică, nu avem de-a face cu regimuri de funcționare perfect sinusoidale, ci cu regimuri sinusoidale afectate, mai mult sau mai puțin, de *perturbații electromagnetice*, trebuie să acceptăm astfel o variabilitate a calității energiei electrice.

3. Variabilitatea calității energiei electrice

În principiu, în orice sistem electroenergetic la care sunt racordați consumatori se produc perturbații electromagnetice. Orice fenomen electromagnetic care poate afecta performanțele unui dispozitiv, echipament ori sistem, materie vie sau inertă este considerat perturbație electromagnetică. O parte din aceste perturbații se manifestă în regim normal de funcționare, iar altele în regimuri de avarii sau post avarii.

În concordanță cu clasificarea aspectelor calității energiei electrice pe componente, pot fi grupate și perturbațiile electromagnetice în *perturbații care afectează continuitatea alimentării cu energie electrică* și *perturbații care afectează calitatea tensiunii electrice de alimentare*, după cum se poate vedea în figura 1.

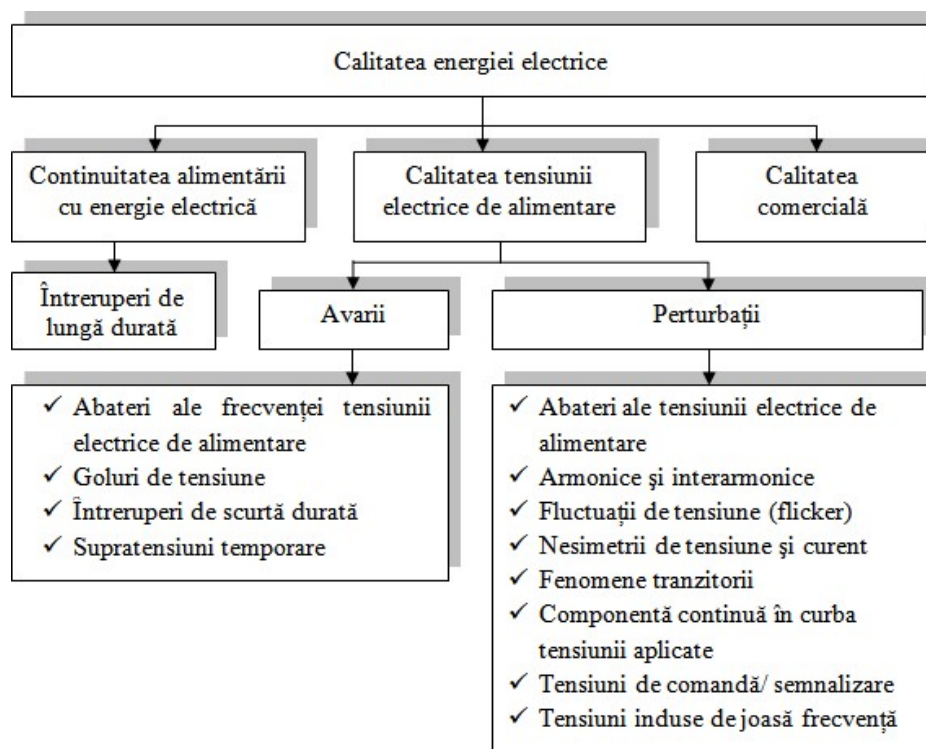


Fig.1– Componentele calității energiei electrice corelate cu perturbațiile electromagnetice

În funcție de modul de transmitere, perturbațiile de joasă și înaltă frecvență pot fi conduse prin circuite electrice conductoare, sau transmise prin radiație electromagnetică. Principalele perturbații electromagnetice, ce s-ar putea regăsi în mediul electric și / sau în mediul de proximitate al acestuia, sunt indicate în tabelul 1.

Perturbațiile conduse, cu frecvențe mai mici de 9 kHz, pot reduce nivelul calității energiei electrice, cu implicații în funcționarea sau integritatea unor echipamente și modificarea unor caracteristici specifice mărimilor din rețeaua electrică. Aceste aspecte sunt analizate în cadrul domeniului *compatibilitate electromagnetică*.

4. Clasificări ale metodelor de măsurare

În prezent, pe plan internațional, pentru evaluarea calității energiei electrice sunt agreate tehnicile și metodele de măsurare cuprinse în standardul CEI 61000-4-30 și standardele asociate acestuia. Astfel, pentru fiecare parametru măsurat în aceste standarde sunt definite trei clase ale metodelor de măsurare: Clasa A, Clasa S și Clasa B. La nivelul fiecărei clase sunt precizate metode de măsurare, tehnici de evaluare și cerințe adecvate de performanță.

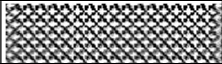
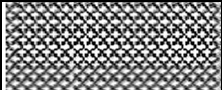
Standardul IEC 61000-4-30

Standardul IEC 61000-4-30 [59] definește metodele de măsurare ale parametrilor rețelei de alimentare cu energie electrică, astfel încât să se obțină rezultate repetabile și comparabile, indiferent de instrumentele folosite. Acest standard se referă strict la instrumente și metode de măsurare “in-situ” (la fața locului). Standardul definește două clase de performanță pentru instrumentele de măsurare:

U

Producătorii de instrumente de măsurare trebuie să precizeze care dintre parametrii definiți de acest standard sunt măsurați de către instrumentele lor și în ce clasă de exactitate se încadrează instrumentul respectiv.

Tabelul 1. Perturbații electromagnetice în mediile electric și înconjurător

Tipul perturbației	Modul de transmisie	Natura perturbației
de joasă frecvență	conduse	<ul style="list-style-type: none"> • Armonice • interarmonice • variația frecvenței tensiunii de alimentare • fluctuații de tensiune (flicker) • goluri și întreruperi de tensiune • variații ale tensiunii de alimentare • componenta continuă în curba tensiunii aplicate • tensiuni de semnalizare • tensiuni induse de joasă frecvență
	radiate	<ul style="list-style-type: none"> • câmp magnetic • câmp electric
de înaltă frecvență	conduse	<ul style="list-style-type: none"> • tensiuni sau curenți induși • tensiuni tranzitorii unidirecționale • tensiuni tranzitorii oscilante
	radiate	<ul style="list-style-type: none"> • câmp magnetic • câmp electromagnetic <ul style="list-style-type: none"> ❖ unde întreținute ❖ unde tranzitorii
descărcări electrostatice		încărcarea electrostatică a corpurilor izolate electric
impuls electromagnetic nuclear		explozie nucleară în atmosferă

Standardul definește noțiunea de tensiune nominală U_n ca tensiunea cu care un sistem este denumit sau identificat.

Condițiile de referință în raport cu tensiunea măsurată sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2 Condițiile de referință în raport cu tensiunea măsurată

Mărimea	Toleranța permisă
Frecvența	± 50 Hz
Amplitudinea tensiunii	± 1 % din tensiunea nominală
Flicker	10 %
Supratensiuni tranzitorii	0,5 kV
Asimetrii	0,5 %
Armonici (THD)	3 % din tensiunea nominală
Interarmonici (la orice frecvență)	1 % din tensiunea nominală

Aceste condiții de referință sunt valabile atât pentru echipamente ce funcționează în clasă A, cât și pentru cele ce funcționează în clasă B. Ca și tensiune de intrare, tensiunea nominală U_n poate lua valori între 60 V și 600 V.

În tabelul 3 este prezentată plaja de funcționare a instrumentelor de măsurare de clasă A.

Tabelul 3 Plaja de funcționare a echipamentelor de clasă A

Mărimea de influență	Domeniul
Frecvența	42,5 Hz – 57,5 Hz 51 Hz – 69 Hz
Amplitudinea tensiunii	60 – 180 % din U_n
Flicker	0 – 4 %
Asimetrii	0 – 5 %
Armonici (THD)	De două ori mai mari decât IEC 61000-2-4, tab. 2, 3, 4, 5
Interarmonici (la orice frecvență)	De două ori mai mari decât IEC 61000-2-4, tab. 6
Ripluri ale semnalelor de control	0 – 9 % din U_n
Supratensiuni tranzitorii	6 kV
Perturbații tranzitorii rapide	4 kV

Plaja de funcționare a instrumentelor de măsură de clasă B este prezentată în tabelul 4.

Tabelul 4 Plaja de funcționare a echipamentelor de clasă B

Mărimea de influență	Domeniul
Frecvența	42,5 Hz – 57,5 Hz 51 Hz – 69 Hz
Amplitudinea tensiunii	80 – 120 % din U_n
Flicker	0 – 4 %
Asimetrii	0 – 5 %
Armonici (THD)	De două ori mai mari decât IEC 61000-2-4, tab. 2, 3, 4, 5
Interarmonici (la orice frecvență)	De două ori mai mari decât IEC 61000-2-4, tab. 6
Ripluri ale semnalelor de control	0 – 9 % din U_n
Supratensiuni tranzitorii	6 kV

Acolo unde sunt necesare măsurări cu o acuratețe ridicată, de exemplu, pentru aplicații contractuale care pot cere să se soluționeze dispute, să se verifice conformitatea cu standardele existente etc., trebuie să fie utilizate instrumente de măsurare realizate să măsoare în conformitate în clasa A de performanță. În acest mod, este asigurată cerința ca orice măsurare a unui parametru efectuată cu două instrumente diferite, care sunt conforme cu cerințele clasei A, atunci când măsoară aceleași semnale, va produce rezultate care corespund, în interiorul intervalului de incertitudine specificat.

În funcție de durata pe care se face măsurarea, sunt definite trei intervale de timp:

- timp foarte scurt: 3 secunde;
- timp scurt: 10 minute;
- timp lung: 2 ore.

5. Efectele golurilor de tensiune asupra echipamentelor industriale cu activitate continuă

În afara unor cerințe care se transmit clienților lor, cei mai mulți dintre proiectanții de echipamente și producători nu dau o suficientă atenție mediului electric în care produsele lor sunt utilizate. Cele mai multe dintre echipamente sunt proiectate să lucreze în condiții normale de funcționare ale sistemului energetic, cu o abatere admisă în mod normal, pe lungă durată, a tensiunii.

Perturbațiile electrice uzuale pot afecta negativ echipamentele de proces. Golurile de tensiune pot determina funcționarea necorespunzătoare a tuturor tipurilor de echipamente; nu numai a echipamentelor sensibile ca automatele programabile (PLC), dar și a echipamentelor electromecanice nesofisticate, precum simple rele de comandă, care pot afecta funcționarea elementelor circuitelor de Securitate.

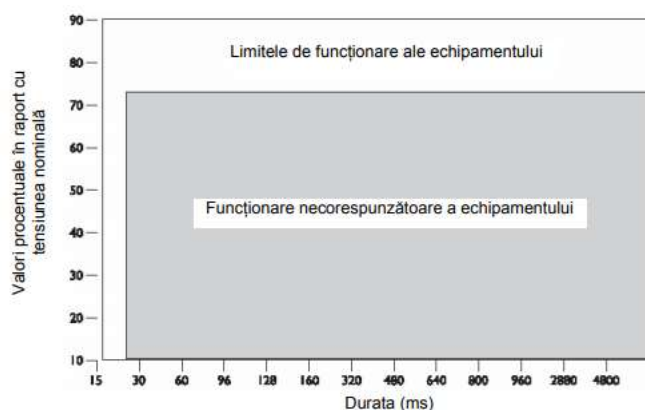


Fig. 2 - Curba de toleranță la goluri pentru unități PLC sensibile.

Toleranța echipamentelor de proces este, de multe ori, ilustrată utilizând așa numită curbă de toleranță la goluri, precum se observă în figura 2 pentru PLC. Suprafața de sub curbă reprezintă aria în care golurile de tensiune determină o funcționare necorespunzătoare a PLC.

Un grafic coordonat poate fi obținut prin analiza datelor privind calitatea energiei electrice pentru un amplasament dat. Fiecare gol de tensiune este înscris în grafic în funcție de tensiunea sa remanentă și durata sa. Așa cum este prezentat în standardul IEEE 1346, anexa D, liniile de contur pot fi trasate pentru a reprezenta numărul de evenimente care pot să apară [4]. Dacă curba de toleranță la goluri este suprapusă peste graficul coordonat (figura 3), se poate trage concluzia privind numărul intervalelor de timp, într-un an, în care PLC poate avea o funcționare necorespunzătoare. De exemplu, la suprapunerea curbei de toleranță peste aria graficului coordonat sunt indicate aproximativ 25 evenimente pe an, fiecare dintre acestea este posibil să determine o funcționare necorespunzătoare.

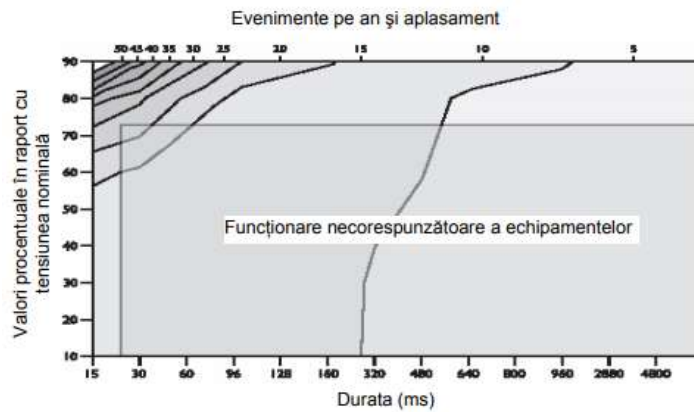


Fig. 3 Curba de toleranță la goluri stabilită de graficul de contur al golurilor de tensiune.

Pe durata unui gol de tensiune energia disponibilă pentru sarcină se reduce și dacă nu se iau măsuri de corectare, poate să apară o funcționare necorespunzătoare. Există diferite strategii pentru limitarea efectelor golurilor de tensiune incluzând:

Condiționere de rețea de putere mare, precum compensatoare statice serie (SSC) și surse de intervenție cu stocare, care pot să asigure protecția întregii întreprinderi. Costul acestor soluții este foarte ridicat și cheltuielile de capital pot fi cu greu justificate pentru multe întreprinderi.

Condiționere de rețea, de putere adecvată și plasate strategic, pot fi utilizate pentru a proteja un proces sau elemente individuale ale echipamentului.

Echipamentul de proces existent poate fi protejat, la nivelul de comandă, prin utilizarea de condiționere de rețea de putere redusă;

Echipamentul poate fi realizat imun la golurile cu o valoare limitată a tensiunilor permanente și a duratelor, printr-o proiectare corespunzătoare, utilizarea de componente robuste și/sau prin modificarea tehnicilor de programare.

Fiecare dintre aceste strategii pentru extinderea limitelor de funcționare ale echipamentului - începând de la implementarea unor soluții la scară macro, la nivelul sistemelor de transport și distribuție, până la nivelul echipamentului - au avantajele și dezavantajele lor. De exemplu, soluțiile la nivelul operatorului de rețea pot fi foarte ample, dar necesită numai cunoștințe limitate privind răspunsul de detaliu al echipamentului în întreprindere. Soluțiile aplicate la nivelul echipamentului necesită cunoștințe ample privind fiecare element al echipamentului și a interacțiunilor cu altele pentru a determina răspunsul de ansamblu al procesului. Soluțiile implicite conduc la creșterea costului inițial al echipamentului, însă acestea sunt în general acceptate deoarece soluțiile implicite sunt mai eficiente economic în creșterea imunității la golurile de tensiune ale echipamentului. În figura 4 este indicat spectrul soluțiilor în funcție de costul relativ și de profunzimea cunoștințelor necesare.

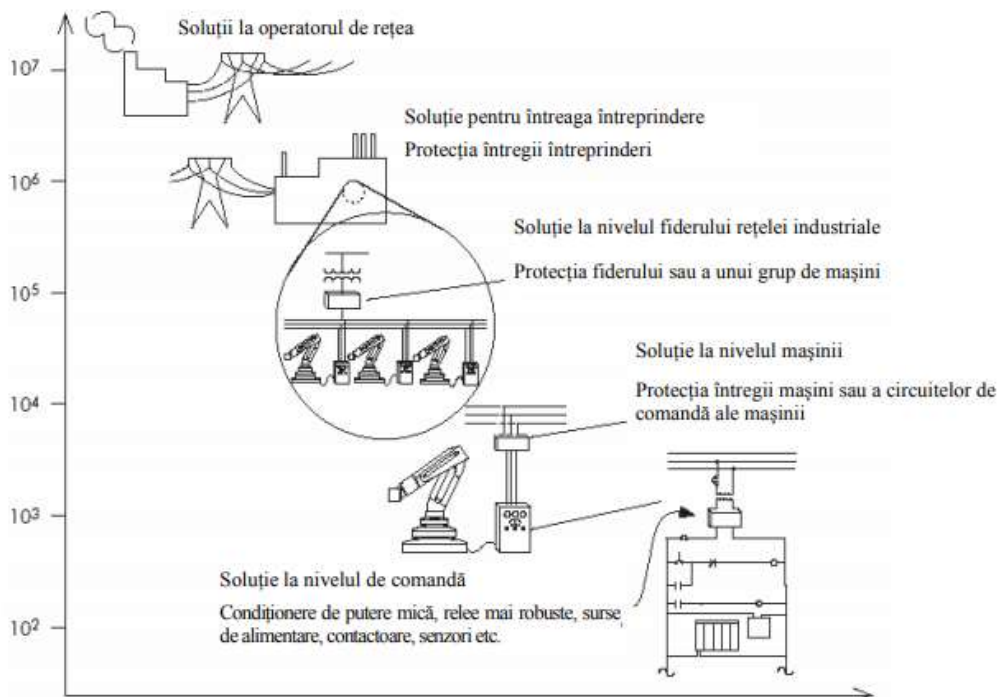


Fig. 4 Costurile relative ale soluțiilor în funcție de cunoștințele privind echipamentul

Concluzii

În întreprinderile actuale există două soluții uzuale pentru a crește toleranței la goluri de tensiune. Ambele au avantajele și dezavantajele lor relativ la eforturile și costurile legate de instalare, proiectare și management. Cele două soluții se referă la „nivelul de aplicație” și la „nivelul de comandă”.

Bibliografie

- [1] Sabin, D, 'An Assessment of Distribution System Power Quality, Volume 2: Statistical Summary Report', EPRI TR-106294, May 1996
- [2] Seljeseth, H, and Pley, A, 'Voltage Quality Measurements, 1992 to 1996', Report EFI TR A4460 published by EFI, 7034 Trondheim, Norway
- [3] Davenport, F W T, 'Voltage Dips and Short Interruptions in Medium Voltage Public Electricity Supply Systems', UNPEDE/DISDIP Report, 1990
- [4] 'IEEE Recommended Practice for Evaluating Electric Power System Compatibility With Electronic Process Equipment', IEEE Std 1346-1998 (R2004)
- [5] Stephens, M, and Dorr, D, 'Technical and Economic Considerations for Power Quality Improvements', EPRI TR-1005910, December 2001
- [6] Golovanov, N., Postolache, P., Toader, C., „Eficiența și calitatea energiei electrice”, Editura AGIR, București, 2007
- [7] Golovanov, C., Albu, M., „Probleme moderne de măsurare în electroenergetică”, Editura Tehnică, București, 2001.
- [8] Vatră, F., Postolache, P., Vatră, C.,A., Poida, A., „Integrarea și funcționarea centralelor eoliene și a instalațiilor fotovoltaice în sistemul electroenergetic”, Editura SIER, București, 2012

ASPECTE TEHNICE PRIVIND LUCRĂRILE DE RELOCARE A REȚELEI ELECTRICE DE MEDIE ȘI JOASĂ TENSIUNE PE TRASEUL AUTOSTRĂZII LUGOJ - DEVA, LOT 4

Autori: Marius OLTEANU, ¹, Ciprian Gabriel GUȚANU ²
cipriangabriel973@yahoo.ro

Coordonatori: Conf. univ. dr. ing. Brana Liliana SAMOILĂ ³
Conf. univ. dr. ing. Ilie UȚU ⁴

¹ Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: EIEI , anul II

² Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Electromecanică , anul III.

³ Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE

⁴ Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE

Rezumat

Lucrarea își propune să analizeze posibilitățile de măsurare a indicatorilor de calitate a energiei electrice în întreprinderile cu activitate continuă, unde acest proces este de importanță deosebită în monitorizarea proceselor care se desfășoară fără întreruperi. Am evidențiat abaterile indicatorilor, consecințele acestora și metodele de remediere..

Cuvinte cheie

Calitatea rețele electrice, energie, autostradă, joasă tensiune, medie tensiune

1. Introducere

În prezent se folosește o plajă mare de tensiuni de la cativa volți la aproape un milion de volți. Din motive de normalizare și coordonare a fabricării diferitelor echipamente ca : transformatoare, întrerupătoare, stalpi, izolatoare, etc., este necesar să se aleagă un număr limitat de tensiuni. Întreg domeniul de tensiuni este împărțit în clase de tensiuni. În cadrul fiecărei clase de tensiune există mai multe tensiuni nominale normalizate adoptate în diferite țări. Prin tensiune nominală a unei linii se înțelege valoarea efectivă a tensiunii dintre faze (compuse sau de linie), care figurează pe specificația unei mașini, instalații sau aparat și după care se determină condițiile de încercare și tensiunile limită de utilizare . Rețele electrice de foarte joasă tensiune sunt cele utilizate în instalațiile interioare umede, cu mare pericol de electrocutare.

Clasa rețele electrice, Limitele de tensiune, Tensiuni nominale adoptate noi.

- Rețele electrice de foarte joasă tensiune 50 [V] 12 – 24 – 36, 48 [V]
- Rețele electrice de joasă tensiune 50 – 1000 [V] 230/12[V]; 400/230[V]; 500(660 V)[V]
- Rețele electrice de medie tensiune 1 – 35 [kV] 3, 5, 6, 10, 15, 20, 25, 30, 35 [kV]
- Rețele electrice de înaltă tensiune 35 – 275 [kV]; 60, 110, 220 [kV]
- Rețele electrice de foarte înaltă tensiune 300 [kV]; 400 [kV]

Rețele electrice de joasă tensiune se folosesc în instalațiile interioare din construcții civile și industriale pentru alimentarea nemijlocită a receptorilor de joasă tensiune precum și în rețele electrice de distribuție comunale și industriale. Rețele electrice de medie tensiune se folosesc în centrele urbane, industriale și rurale pentru alimentarea unuia sau mai multor posturi de transformare sau a receptorilor de medie tensiune. Rețele electrice de înaltă tensiune (110-220) au avut inițial rol de rețele de transport , pentru ca ulterior să fie și pentru distribuție în marile centre industriale. Rețele electrice de foarte înaltă tensiune servesc la transmiterea la distanțe mari a puterilor de până la mii de MVA.

Clasificarea rețele electrice după funcție.

- Rețele electrice de utilizare pentru alimentarea unui număr de receptoare casnice de joasă tensiune și motoare cu puteri relativ mici.
- Rețele electrice de distribuție :rețele electrice care servesc la distribuția energiei electrice în interiorul unei regiuni delimitate.
- Rețele electrice de transport : rețele electrice care servesc la transportul interregional de energie electrică spre rețele din aval.

Clasificarea după structură are la bază complexitatea rețelei determinată de caracteristicile consumatorilor din punct de vedere a asigurării necesarului de energie, a calitatii acesteia, etc.

2 Amplasamentul

Autostrada Lugoj-Deva Lot 4 km 77+361 – km 99+500, este parte integrantă a coridorului IV paneuropean, care se desfășoară pe teritoriul țării noastre de la Nadlac până la Constanța. Viitorul tronson de autostradă este situat în partea de vest a țării, în zona Banatului, fiind cuprins în teritoriul administrativ al Județului Hunedoara, având o lungime totală de 22,140 km – conform Proiect ilustrativ.

În situația proiectată, propusă în Proiectul Tehnic, Secțiunea C începe la km 88+016 și se sfârșește la km 94+350 și secturna D km 94+350 – 99+500.

Pe sectorul proiectat autostrada continuă secțiunile A și B km 77+361 – km 88+016, traseul se desfășoară paralel cu drumul național județean DJ706A și râul Mureș în zona localităților, Branisca, Mintia și Soimus unde se realizează legătura cu DN76 printr-un nod rutier și cu DN7 prin bretea de legătură conectată la Nodul rutier de la Soimus. Totodată la sfârșitul sectorului de autostradă se realizează conectarea cu sectorul de autostradă Deva - Orastie. la km 99+975, în conformitate cu Cerințele Caietului de sarcini și Clarificările de pe parcursul procedurii de licitație. Lungimea rezultată din soluția propusă a tronsonului 4 al Autostrazii Lugoj-Deva este de 22,614 km.

Desfășurarea acestui tronson de autostradă, lot 4, este în vestul țării, în Valea Mureșului, derulându-se în întregime pe teritoriul administrativ al județului Hunedoara și având o lungime totală de =22,614 km.

Principalele localități legate de acest tronson de autostradă de la V la E sunt:

-Ilia, Bretea Mureșană, Brănișca, Mintia, la S (urmând parțial traseul DJ 706 A)

-Bacea, Sârbi, Boz, Rovina, Haldele de cenușă și zgură a Termocentralei Mintia, Bejan-Târnăvița la N (spre zona deluroasă-premontană)

-Șoimuș la E în zona unde se va realiza conexiunea cu tronsonul finalizat spre Orăștie.

De la Brănișca traseul merge paralel cu DJ 706 A, la 500-800 m spre S în lunca aluvionară a Mureșului până la haldele termocentralei Mintia, de unde traseul urmează strâns traseul DJ 706 A, alternând N-S sau pe unele porțiuni suprapunându-se cu acesta până la Șoimuș, fiind necesare relocări locale ale drumului județean DJ 706 A.

Sectorul cuprins de la V spre E, între Ilia (la 2 km spre S, cu cota absolută de aprox. 170 m) și Șoimuș (la 1 km spre V, cu cota absolută de aprox. 180 m). Altitudinea maximă a zonei traversate este de aprox 250 m la dealul Măgura Brănișcăi. Traseul este ondulat în plan vertical, cu urcare lină de la Ilia depe lunca pe terasa Mureșului până la aprox. km 84 în dreptul carierei de andezit de la Bretea după care coboară aproximativ 1 km, după care iar urcă până la cota maximă de la Măgura Brănișcăi. De la Măgura Brănișcăi urmează o altă coborâre cu undulații variate până la aproximativ km 91 unde intersectează DJ 706 A și coboară în final ajungând în lunca aluvionară a Mureșului. în lunca aluvionară are un traseu în urcare lină până la intersecția cu calea ferată care duce spre fabrica de ciment de la Chișcădaga. După intersectarea cu calea ferată sus amintită, ultima porțiune este tot în urcare foarte lină în lunca aluvionară a Mureșului, până la capătul tronsonului de la Șoimuș unde se va racorda la tronsonul existent.

Conform prevederilor normativului actual de proiectare NTE 003/04/00 „Normativ pentru construcția liniilor de energie electrică peste 1000 V”, zona se încadrează în zona meteo A caracterizată prin următoarele condiții meteorologice

Vânt:

Presiunea dinamică de bază (P) la:

❖ vânt maxim „Pv” (daN/m ²)	30
❖ vânt simultan cu chiciură „Pv+ch”(daN/m ²)	12

Chiciură:

❖ grosimea stratului de chiciură „b” (mm)	16
❖ greutatea specifică a chiciurii (daN/m ³)	0.75

Temperatura

❖ maximă	+ 40°C
❖ minimă	- 30°C
❖ medie anuală	+ 15°C
❖ de formare a chiciurii	- 5°C

Radiația solară

1180 W/m²

3. Descrierea lucrărilor

În vederea respectării condițiilor de coexistență între LEA JT și MT și autostradă, în conformitate cu prevederile normativului NTE 003/04/00, sunt necesare lucrări de relocare.

Pentru LEA 20kV, ce intersectează autostrada, sunt necesare lucrări de relocare astfel încât să fie îndeplinite următoarele condiții impuse de normative:

- respectarea distanței minime pe orizontală, între marginea celui mai apropiat stalp și axul autostrazii – 50m;
- distanța minimă între conductorul inferior al LEA și partea carosabilă să fie de minim 7m;
- unghiul de traversare minim 600 (în cazuri excepționale se admit unghiuri mai mici, cu acordul organelor în administrarea cărora se găsește drumul);

- dublarea izolatiei si utilizarea izolatoarelor din materiale compozite.

Apropieri:

- Distanța de la axul LEA la limita amprizei drumului trebuie să fie \geq (înălțimea stălpului plus 3m).
- Conform notei nr.5 din tabelul 26.a al aceluiași normativ, “în cazul în care stâlpii patrund în zona de protecție a drumului se va obține acordul organelor care administrează drumul”

Astfel se demontează stâlpii ce nu respectă condițiile menționate și se vor înlocui cu stâlpi speciali cu momente capabile corespunzătoare.

Stâlpii se vor echipa cu lanțuri de întindere corespunzătoare nivelului de tensiune și zonei de poluare.

În zonele unde nu se pot asigura gabaritele prin proiectarea de linii aeriene s-a optat pentru subtraversarea drumului proiectat prin linii electrice subterane.

În afara localităților, condițiile de coexistență ale cablurilor electrice, pozate subteran, cu drumurile sunt :

- în plan orizontal :
 - distanța de apropiere este de 0,5m, măsurată de la ampriza spre zona de protecție
 - adâncimea de pozare a cablului, față de suprafața părții carosabile, va fi de 0,8m
- în plan vertical (intersecții) :
 - unghiul minim de traversare este de 60° (recomandat $75^{\circ} - 90^{\circ}$)
 - tubul de protecție va depăși bordura, respectiv ampriza cu 0,5m
 - adâncimea de pozare a cablului, față de suprafața părții carosabile va fi 1,4m

Traseul de cabluri va fi marcat prin borne la fiecare schimbare de direcție și la subtraversări.

Se vor prevedea rezerve pentru cabluri, la mănșoane și la subtraversări.

4. Situația existentă și proiectată

Realizarea caracteristicilor drumului prevăzute a fi executate în cadrul acestui proiect conduc la lucrări de mutare și protejare a rețelelor electrice existente.

În acest scop, împreună cu deținătorul de rețele electrice din zona drumului, s-a realizat o identificare a acestora.

km		Descriere traseu rețele existente	Detalii tehnice
de la	pana la		
SECTOR C : km. 88+016 ÷ 94+350			
Km 90+075		Derivație 20kV Rovina – simplu circuit intersecție	Conductoare 3xOIAI 35/6mmp
Km 90+275		Derivație 20kV RTV - Branisca – simplu circuit intersecție	Conductoare 3xOIAI 35/6mmp
Km 90+825	Km 90+975	LEA JT – Enel și LEA JT Ferma pomicola nr.9 intersecție	TYIR 50OIAI+3x50mmp
SECTOR D : km. 94+350 ÷ 99+500			
Km 96+250		LEA JT – alimentare circuit Primarie intersecție	TYIR 50OIAI+3x70mmp
Km 96+425		LEA 20kV Decebal-Paulis intersecție	Conductoare 3xOIAI 50/8mmp
Km 96+750	Km 97+400	Derivație 20kV PTA Pompe paralelism	
Km 97+650	Km 97+900	LEA JT Soimus intersecție	TYIR
Km 98+950		Derivație 20kV PTA 1192 Paulis – simplu circuit intersecție	Conductoare 3xOIAI 35/6mmp
Km 99+175		LEA 20kV Decebal-Paulis intersecție	Conductoare 3xOIAI 50/8mmp
Km 99+325		Derivație 20kV Decebal-Avicola-Mintia – simplu circuit intersecție	Conductoare 3xOIAI 50/8mmp
Bretea 2		LEA + LES JT – alimentare SDN suprapunere	LEA - AI 4x35mmp LES – 3x120+70mmp

5. Situație proiectată

Se execută demontări și montări de stâlpi echipați cu:

- consola de întindere semiorizontală conform M10007
- izolatori compoziți pentru întindere dublă -conform DJ 511 RO
- separator tripolar de exterior, montaj vertical, 2 sisteme de acționare, tip DY595RO
- descarcatori ZnO, cu disconector-DY557RO
- capete terminale, de exterior,-DJ4476RO
- priza de pământ 4ohm.

La subtraversarea autostrăzii, cablul va fi pozat în canal tip 2B, în tub de protecție, pe pat de beton la adâncimea de 1-1,4m. Se va poza și un tub de rezervă.

În spațiul verde, teren agricol și pe zone ce nu sunt destinate circulației vehiculelor, cablurile se vor poza în canal tip A, tot în tub de protecție pe pat de nisip la adâncimea de 0,8m.

Tuburile de protecție vor fi conform DS4235RO și DS4247RO.

Se vor monta borne pentru marcarea traseului de cabluri la subtraversări și la schimbări de direcție.

Bibliografie

- [1]. Stepanescu, Ghe., Fotău, I., Păsculescu, M. - *Calculul mecanic al liniilor electrice aeriene*. Editura Universitas, Petroșani, 2001
- [2]. Păsculescu Dragoș, Pădure Alexandru, „*Instalații electrice - note de curs*”, Editura Universitas, Petroșani, 2010
- [3]. Fiță Daniel, Păsculescu Dragoș, „*Instalații electroenergetice - Manual pentru electricieni*”, Editura Universitas, Petroșani, 2013
- [4]. Caiet de sarcini „Proiectarea și construcția autostrăzii Transilvania, Proiectare și Executie Autostrada Lugoj – Deva, Lot 4, Sector Ilia – Deva: km 77+361 – km 99+500”

ASPECTE TEHNICE PRIVIND ALIMENTAREA CU ENERGIE ELECTRICĂ A INSTALAȚIEI DE ILUMINAT RUTIER PE AUTOSTRADA TRANSILVANIA, SECTOR OGRA - CÂMPIA TURZII

Autori: Laurențiu OLIȚĂ,¹ Mioara Elena PEAGU²
peagumioaraelena@gmail.com

Coordonatori: Conf. univ. dr. ing. Brana Liliana SAMOILĂ³
Conf. univ. dr. ing. Ilie UȚU⁴

¹ Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Energetică industrială, anul IV

² Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Electromecanică, anul III.

³ Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE

⁴ Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE

Rezumat

În cadrul lotului 3 aferent autostrăzii Ogra – Câmpia Turzii sunt amplasate echipamente ale sistemului ITS și sistem de iluminat rutier. Pentru alimentarea cu energie electrică a acestora este necesară realizarea unei instalații de distribuție a energiei electrice pe 0.4 kV. Lucrarea prezintă câteva aspecte legate de alimentarea instalației de iluminat pe acest traseu.

Cuvinte cheie

iluminat, rețea, autostradă

1. Introducere

Iluminatul public urban are rolul de a asigura atât orientarea și circulația în siguranță pe timp de noapte a vehiculelor și pietonilor cât și asigurarea unui mediu ambiant corespunzător în orele fără lumina naturală.

Iluminatul public trebuie deci, să îndeplinească condiții luminotehnice, fiziologice, de siguranță a circulației, de estetică arhitectonică și de norme tehnice, din punct de vedere electric, în condițiile utilizării raționale a energiei electrice, a reducerii costului investițiilor și a cheltuielilor anuale de exploatare a instalațiilor.

Iluminatul public reprezintă unul dintre criteriile de calitate ale civilizației moderne. Realizarea unui iluminat corespunzător determină în special reducerea cheltuielilor indirecte, reducerea numărului de accidente pe timp de noapte, reducerea riscului de accidente rutiere, reducerea numărului de agresiuni contra persoanelor, îmbunătățirea climatului social și cultural prin creșterea siguranței activităților pe durata serii.

Se poate aprecia faptul că realizarea unui microclimat luminos confortabil cu un consum minim de energie, cu utilizarea cât mai intensă a iluminatului natural și cu o investiție minimă reprezintă criteriul de apreciere a unui sistem de iluminat modern și eficient. Studiile efectuate pe plan mondial, au determinat o creștere continuă a nivelului tehnic al instalațiilor de iluminat public, reducerea consumurilor specifice de energie, îmbunătățirea procedurilor pentru dimensionarea optimă a sistemelor de iluminat. În acest sens, sistemele de iluminat public din municipiul București necesită în continuare eforturi importante pentru creșterea parametrilor luminotehnici, energetici și economici.

Nivelul de iluminare recomandat este stabilit pe baza unor studii tehnico-economice comparând costul instalației de iluminat și pierderile indirecte datorate accidentelor și agresiunilor pe timp de noapte. În acest sens, încadrarea străzilor în clasele de iluminat și realizarea unui nivel de iluminare corespunzător asigură premisele realizării unui iluminat modern și eficient.

Reducerea nivelului de iluminare sub valorile recomandate determină o creștere rapidă a pierderilor indirecte. Astfel întrucât, economia de energie electrică necesară sistemelor de iluminat nu se poate obține prin reducerea nivelului de iluminare ci numai prin utilizarea de instalații de iluminat performante, cu o plasare optimă a surselor de lumină.

Pot fi obținute economii importante în consumul de energie electrică prin realizarea unui iluminat adaptabil traficului (reducerea nivelului de iluminat pe intervalul 0...5 al nopții) și utilizarea eficientă a nivelului de iluminat natural.

Înlocuirea directă a surselor eficiente în instalațiile actuale (înlocuirea directă a lampilor, fără modificarea instalației de iluminat), conduce la creșterea nivelului de iluminare dar nu determină o soluție optimă, nici din punctul de vedere al consumurilor energetice și nici din punct de vedere luminotehnic.

2 Date generale privind autostrada Transilvania

Politica europeană privind infrastructurile urmărește crearea unei rețele de transport solidă, extinsă în cele 28 de state membre, cât și conectarea acestora la țările vecine și la restul lumii. Această politică are ca obiectiv final creșterea economică și competitivitatea prin intermediul infrastructurii de transport. Rețeaua va conecta estul cu vestul și va înlocui mozaicul de transporturi actual cu o rețea veritabil europeană.

Legătura directă între România și vestul Europei va fi asigurată prin intermediul proiectelor de autostrada ce vor fi realizate pe Coridorul de Transport Pan-European nr. IV (Nădlac – Arad – Timișoara – Lugoj – Deva – Orăștie – Sebeș – Sibiu – Pitești – București – Drajna – Cernavoda – Constanța) cat și prin intermediul coridorului București - Brașov și Brașov – Oradea. Odată realizata, autostrada Brașov – Oradea va atrage atât traficul din zona Moldovei (prin rețeaua de drumuri naționale modernizate sau cuprinse în programul de modernizare), cat și zona de sud-est (legătura cu portul Constanța), prin intermediul autostrăzii București – Constanța. Totodată o mare parte a traficului generat de marile centre urbane din zona de influență a autostrăzii va fi absorbit de aceasta.

Construcția acestei autostrăzi va genera o dezvoltare a zonei prin care se desfășoară traseul, crearea de noi locuri de muncă, dezvoltarea industriei furnizoare de materii prime necesare la realizarea diferitelor elemente ale autostrăzii precum și un impact pozitiv din punct de vedere al poluării prin atragerea traficului de tranzit din zonele locuite. De asemenea autostrada va deveni o cale de acces pentru turiștii din centrul și estul Europei.

În cadrul Studiului de Fezabilitate elaborat în anul 2004, traseul autostrăzii a fost divizat în trei tronsoane:

- • Tronson 1 Brașov – Tg. Mureș
- • Tronson 2 Tg. Mureș – Cluj
- • Tronson 3 Cluj – Borș

Tronsonul 2, Tg. Mureș – Cluj, a fost divizat în doua secțiuni 2A și 2B.

Secțiunea 2A este împărțită la rândul ei în 3 subsecțiuni, denumite loturi:

- • lotul 1: Ogra Km 0+000 – Iernut Km 3+600
- • lotul 2: Iernut Km 3+600 – Chețani Km 21+500
- • lotul 3: Chețani Km 21+500 – Câmpia Turzii Km 37+191

Construcția de autostrăzi are în vedere următoarele obiective:

- • Economie de timp prin creșterea vitezei de circulație (100 - 120 km/h) și reducerea distanțelor de parcurs.
- • Reducerea cheltuielilor de exploatarea vehiculelor/ economie de energie.
- • Reducerea numărului/ gravității accidentelor de circulație (implicit a daunelor produse).
- • Reducerea congestionării circulației pe rețeaua de drumuri existenta.
- • Reducerea costurilor de producție ca urmare a sporirii fiabilității timpilor de parcurs și a regularității transporturilor.
- • Reducerea nivelului de expunere la poluarea aerului/ sonora a locuitorilor zonei analizate.
- • Dezvoltarea economica a zonei și modernizarea localităților intermediare prin eliminarea traficului de tranzit.

Lotul 2A3, având lungimea de 15,691 km, se desfășoară pe teritoriul administrativ a doua județe, respectiv al județului Mureș, între localitățile Ogra și Hădăreni, și a județului Cluj, între Hădăreni și sud-estul orașului Câmpia Turzii.

Traseul autostrăzii străbate următoarele unități administrativ teritoriale:

Luduș km 21+500 – km 22+750

Chețani km 22+750 – km 30+075

Luna km 30+075 – km 37+191

Traseul autostrăzii Ogra – Câmpia Turzii, pe cuprinsul lotului trei Chețani (Km 21+500) – Câmpia Turzii (Km 37+191), se desfășoară într-o zonă predominant de terasă și luncă, urmărind o direcție aproximativă sud-est – nord vest.

Culoarul proiectat al autostrăzii aferent Tronsonului 2A3 (km 21+500 ÷ 37+191), se înscrie pe zona de terasă a râului Mureș și a afluentul său Râul Arieș. Traseul autostrăzii pe lotul 2A3 începe, imediat după traversarea Râului Mureș și a caii ferate ce face legătura între municipiile Alba Iulia și Tg. Mureș.

În fig. 1 este prezentată un plan de situație cu privire la rețeaua de alimentare a instalației de iluminat dintr-o anumită zonă a autostrăzii.

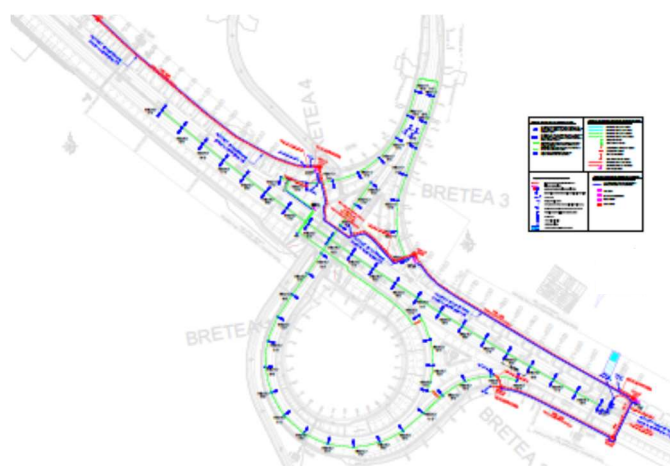


Fig. 1 Alimentarea rețelei de iluminat

3. Situația existentă și proiectată

Alimentarea cu energie electrică a consumatorilor ITS și a tablourilor electrice aferente iluminatului rutier din zona nodului Chetani se va realiza prin cablu de tip ACYAbY 3x50+70 mmp în lugime de 10 m pozat în profil de tip m, cablu ce se va racorda din BMPT-ul aferent postului de transformare aerian amplasat la km 22+630, până la o firida de distribuție generală denumită FD1 a cărei schemă monofilară este prezentată în fig. 2.

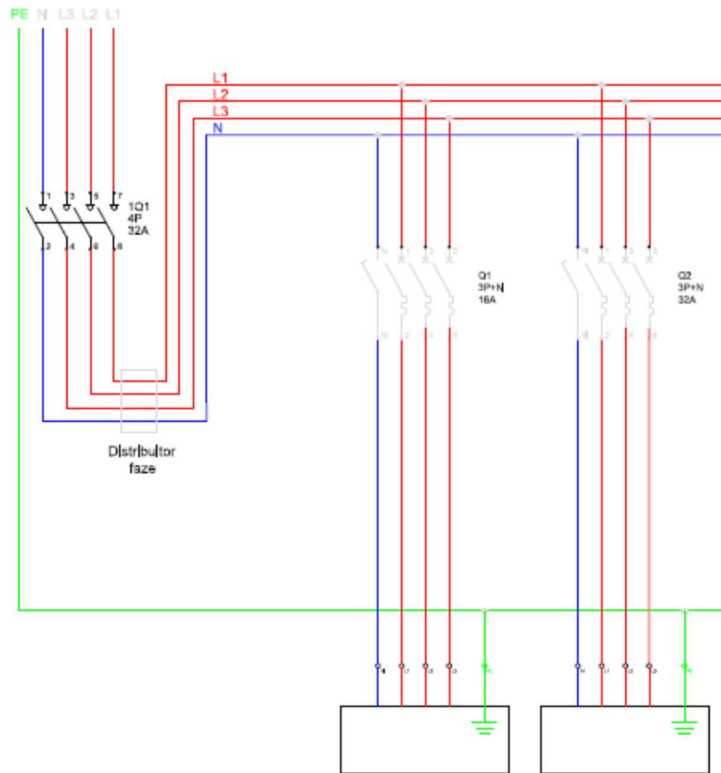


Fig. 2 Schema monofilară a unei firide de distribuție

Alimentarea cu energie electrică a consumatorilor ITS și a iluminatului rutier din zona pasajului DN15 km 26+150 se va realiza cu ajutorul unei rețele electrice subterane de joasă tensiune care va fi racordată la BMPT-ul aferent postului de transformare aerian prevăzut la km 26+150. Se va monta o firida de distribuție FD5 racordată la BMPT prin cablu subteran de tip ACYAbY 3x25+16 mmp.

Alimentarea cu energie electrică a consumatorilor ITS și a iluminatului rutier din zona pasajului DN15 km 28+640 se va realiza cu ajutorul unei rețele electrice subterane de joasă tensiune care va fi racordată la BMPT-ul aferent postului de transformare aerian prevăzut la km 28+640. Se va monta o firida de distribuție FD7 racordată la BMPT prin cablu subteran de tip ACYAbY 3x150+70 mmp.

Alimentarea cu energie electrică a consumatorilor ITS și a iluminatului rutier din zona pasajului DN15 km 37+190 se va realiza cu ajutorul unei rețele electrice subterane de joasă tensiune care va fi racordată la BMPT-ul prevăzut la km 37+100. Se va monta o firida de distribuție FD11 racordată la BMPT prin cablu subteran de tip ACYAbY 3x70+35 mmp.

Firidele de distribuție vor fi metalice / PAFS, IP54, montate pe soclu de beton. Vor fi prevăzute cu posibilitatea de încuiere pentru a preveni accesul persoanelor neautorizate.

La fiecare firida de distribuție se realizează o instalație de legare la pământ cu $R_p < 4 \text{ ohmi}$, conform prevederilor standardului STAS 12604/4-89.

Îmbinările se vor proteja contra coroziunii.

Pentru asigurarea unei legături electrice cu solul, electrozii orizontali trebuie îngropați într-un sol bun conducător, fără pietre bătându-se cu grijă; pământul uscat necoezitiv se udă și apoi se bate. Dacă electrozii verticali se introduc în găuri forate, pământul de umplură trebuie de asemenea bătut eventual cu adaos de apă.

În fig. 3 este prezentat un plan al prizei de pământ.

Instalația exterioară de legare la pământ se va realiza folosind electrozi orizontali din platbandă OIZn40x4mm și electrozi verticali profil cruce, $L=1.5\text{m}$, îngropați în pământ conform planșelor din prezenta documentație.

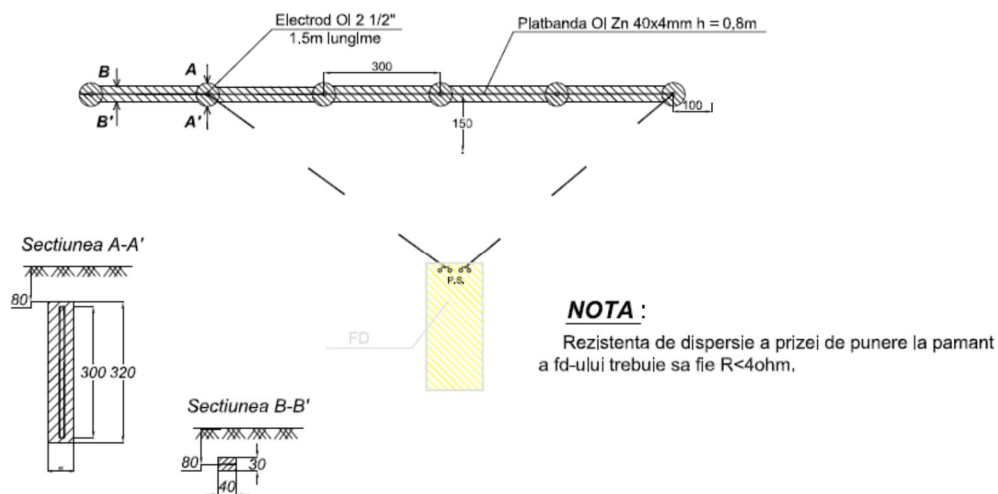


Fig. 3 Plan priză de pământ

Priza de pamant se va realiza pe domeniul beneficiarului si se va racorda la borna de PE a fridei de distributie.

La executarea instalației de legare la pământ vor fi aplicate prevederile Îndreptarului de proiectare și execuție a instalației de legare la pamint 1 RE – Ip - 30/90.

Bibliografie

- [1]. Stepanescu, Ghe., Fotău, I., Păsculescu, M. - *Calculul mecanic al liniilor electrice aeriene*. Editura Universitas, Petroșani, 2001
- [2]. Păsculescu Dragoș, Pădure Alexandru, “*Instalații electrice - note de curs*”, Editura Universitas, Petroșani, 2010
- [3]. Fiță Daniel, Păsculescu Dragoș, “*Instalații electroenergetice - Manual pentru electricieni*”, Editura Universitas, Petroșani, 2013
- [4]. Caiet de sarcini „Proiectarea și construcția autostrazii Transilvania, sectiunea 2A Ogra - Campia Turzii, km 0+000 – 37+191, lot 3 km 21+500 – km 37+191
- [5]. <http://www.bransamente-instalatii-electrice.ro/iluminatul-public/>

ÎNREGISTRAREA ȘI INTERPRETAREA ARMONICILOR DE TENSIUNE ȘI CURENT DIN REȚELELE ELECTRICE MINIERE CU AJUTORUL CALCULATORULUI

Autori: Rahela ANTON ¹, Bogdan CROITORU ²
elliera05@gmail.com , bogdan201996@gmail.com

Coordonatori: Conf.univ.dr.ing. Ilie UȚU ³, Conf.univ.dr.ing. Liliana SAMOILA ⁴

¹ Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Energetica industrială , anul III

² Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Energetica industrială , anul IV

^{3,4} Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE

Rezumat

O problemă importantă a alimentării cu energie electrică o constituie asigurarea calității corespunzătoare a acesteia. Calitatea energiei electrice se caracterizează în general prin următorii parametri: tensiunea rețelei, frecvența tensiunii, forma sinusoidală a tensiunii și curentului, mărimea armonicilor superioare, simetria pe faze, deplasarea nulului, etc.

Datorită amplorii dezvoltării electronicii de putere și în particular a acționărilor electrice reglabile realizate în sistem convertor static-motor a apărut o nouă sursă de consumatori deformanți care duce la înrăutățirea calității energiei electrice prin injectarea în rețeaua de alimentare a unor armonici superioare de curent și tensiune.

Înrăutățirea calității energiei electrice are influență directă asupra consumatorilor de energie și prin abateri importante de la norme poate duce la nerespectarea regimului normal de exploatare. Valoarea maximă admisă pentru coeficientul de distorsiune (coeficient ce caracterizează parțial regimul deformant) este de 5%.

Prezența armonicilor superioare de curent și tensiune în rețelele electrice miniere determină: creșterea pierderilor de putere, slăbirea factorului de putere, scăderea randamentului, funcționarea necorespunzătoare a sistemelor de comandă și reglaj, interferența cu frecvențele stațiilor telegrazumetrice, etc. Toate aceste neajunsuri fac necesară evaluarea regimului deformant și adoptarea unor soluții pentru diminuarea lui.

Cuvinte cheie

Regim deformant, consumatori deformanți, calitatea energiei.

1. Regimul deformant

În sistemul energetic național (S.E.N.) curbele tensiunilor și curenților se abat de la forma sinusoidală. Aceste curbe ale curenților și tensiunilor conțin pe lângă oscilația fundamentală, având frecvența f_1 (50 Hz, de exemplu), o serie de oscilații parazite, cu frecvența f :

$$f = \nu \cdot f_1 \quad (\nu = 2, 3, 4, \dots) \quad (1)$$

numite armonici superioare, iar alte oscilații cu frecvențe inferioare valorii f_1 , fracționare - numite subarmonici.

Regimul energetic ale cărui unde de tensiune și de curent sunt periodice și cel puțin una din ele este nesinusoidală se numește regim deformant.

Pentru studiul mărimilor electrice periodice nesinusoidale se folosește descompunerea în armonici superioare (analiza Fourier), cu formele particulare cunoscute (de exemplu formele restrânse în sinus sau în cosinus).

2. Indicatorii regimului deformant

Amplora regimului deformant se exprimă la noi în țară cu ajutorul următorilor indicatori:

a) *factorul de formă*, k_f , egal cu raportul dintre valoarea efectivă și valoarea medie a undei, pe un interval de o semiperioadă:

$$k_f = \frac{X}{X_{med}} \quad (2)$$

b) *factorul de vârf*, k_v , definit prin raportul dintre valoarea maximă a undei și valoarea sa efectivă:

$$k_v = \frac{X_{max}}{X} \quad (3)$$

c) *factorul de distorsiune sau conținutul de armonici al undei*, δ , definit ca raportul procentual între valoarea efectivă a rezidului deformant (Y_v) și valoarea efectivă a undei (din care s-a extras componenta continuă, Y_0):

$$\delta = \frac{\sqrt{\sum_{v=2}^n Y_v^2}}{\sqrt{Y^2 - Y_0^2}} \cdot 100\% \quad (4)$$

unde: n = numărul întreg care poate fi limitat la 13 în calculele practice; v = numărul armonicilor luate în considerare.

d) *nivelul armonicilor*, γ_0 , definit ca raportul procentual al valorilor efective ale armonicilor de ordin v, respectiv 1 (fundamentale):

$$\gamma_v = \frac{Y_1}{Y_v} \cdot 100\% \quad (5)$$

3. Analiza regimului deformant produs de convertoare

În tehnica curenților tari se impune în ultimul timp utilizarea pe scară tot mai largă a convertoarelor statice realizate cu elemente semiconductoare.

Unul din motivele pentru care aceste dispozitive introduc regim deformant este faptul că prezintă o caracteristică statică neliniară.

Un alt motiv pentru care instalațiile industriale care utilizează astfel de echipamente electronice de putere, produc regim deformant este procesul de comutare.

3.1. Analiza Fourier a tensiunii redresate

a) *cazul redresoarelor necomandate cu punct median*

Mărirea u_d este formată dintr-o succesiune de funcțiuni și pare a nu avea decât componentă continuă și termeni în cosinus.

Componenta continuă a tensiunii redresate va fi:

$$U_{d0} = 2 \cdot \frac{m}{2\pi} \int_0^{\frac{\pi}{m}} \sqrt{2} U \cdot \cos \omega t \cdot d(\omega t) = \sqrt{2} \cdot U_2 \cdot \frac{m}{\pi} \cdot \sin \frac{\pi}{m} \quad (6)$$

în care: m - numărul de pulsuri (m=3, pentru redresorul trifazat cu punct median).

Valoarea medie a curentului redresat rezultă imediat:

$$I_{do} = \frac{\sqrt{2} U_2}{R_s} \cdot \frac{m}{\pi} \cdot \sin \frac{\pi}{m} \quad (7)$$

în care: U_2 - valoarea efectivă a tensiunii de fază a secundarului transformatorului;

R_s - rezistența sarcinii.

Introducând factorul de redresare Δ_r ca raportul dintre valoarea medie a tensiunii redresate și valoarea maximă a tensiunii din secundarul transformatorului se obține:

$$\Delta_r = \frac{U_{d0}}{\sqrt{2} U_2} = \frac{\sin \frac{\pi}{m}}{\frac{\pi}{m}} \quad (8)$$

Termenii în cosinus se determină cu relația:

$$M_k = 2 \cdot \frac{m}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{m}} \sqrt{2} U_2 \cdot \cos \omega t \cdot \cos v \omega t \cdot d(\omega t)$$

Efectuând calculele se obține:

$$M_k = -\frac{2U_{d0}}{v^2 - 1} \cdot \cos k\pi \quad (10)$$

Este evident că la un redresor trifazat pot să apară armonici de tensiune de rangul 3, 6, 9, 12, 15, 18, ..., iar la unul bifazat armonici de rangul 6, 12, 18, 24, ...

Valorile factorului de formă, calculat cu relația de mai jos, corespundătoare redresării polifazate:

$$K_f = \frac{\sqrt{1 + \frac{m}{2\pi} \cdot \sin \frac{2\pi}{m}}}{\frac{2}{\pi} \cdot m \cdot \sin \frac{\pi}{m}} \quad (11)$$

b) cazul convertoarelor trifazate comandate cu/fără diodă de nul

Practica arată că amplitudinile armonicilor de rang superior sunt în general mici, putând fi mult atenuate cu ajutorul filtrelor de netezire. În cazul redresării fără diodă de nul avem expresiile:

$$M_k = \frac{U_{d0}}{2(m^2 - 1)} \cdot [(m - 1) \cos(\beta + (m + 1)\delta) - (m + 1) \cos(\beta - (m - 1)\delta) - 2 \cos \beta] \quad (12)$$

$$N_k = \frac{U_{d0}}{2(m^2 - 1)} \cdot [(m - 1) \sin(\beta + (m + 1)\delta) + (m + 1) \sin(\beta - (m - 1)\delta) + 2m \cdot \sin \beta] \quad (13)$$

Unghiurile β și δ sunt unghiul de comandă, respectiv unghiul de comutație.

3.2. Analiza Fourier a curentului de linie

Prezența elementelor redresoare în circuitul secundar al transformatoarelor face ca, deși tensiunile fiind sinusoidale în primar, curenții din această înfășurare să fie puternic deformanți, ceea ce conduce la apariția unui important spectru de armonici atât în această înfășurare cât și pe linia care o alimentează.

Atât valoarea efectivă a armonicii fundamentale, cât și valoarea efectivă a curentului de linie nesinusoidal, precum și valorile factorului de distorsiune și factorului de redresare depind de conexiunea transformatorului și de schema de conexiune a elementelor redresoare. În cazul conexiunii în primar, alegând originea argumentelor în mod corespunzător, funcția care se analizează este impară și în seria sa Fourier nu are termeni în cosinus.

Amplitudinea armonicii de rang v va fi dată de expresia:

$$I_{mv} = \frac{2 \cdot I_d}{v\pi} \cdot (1 - \cos \frac{2\pi}{3}) \quad (14)$$

Dacă se exprimă amplitudinea diverselor armonici în funcție de amplitudinea armonicii fundamentale se obține:

$$I_{mv} = \frac{I_1}{v} \cdot \frac{2}{3} \cdot (1 - \cos \frac{2\pi}{3}) \quad (15)$$

Mărimea armonicilor de tensiune și curent din instalațiile cu mutatoare este dependentă de frecvență, sarcina redresată, unghiul de suprapunere, sistemul de filtrare, unghiul de comandă al tiristoarelor.

Ordinul armonicilor de tensiune introduse în rețea de mutatoare este:

$$v = k \cdot p; \quad (16)$$

iar ordinul armonicilor de curent este:

$$v = k \cdot p \pm 1 \quad (17)$$

unde: p -numărul de pulsuri.

Valoarea efectivă este dată de relația:

$$I_v = \frac{I_1}{v} \quad (18)$$

Valorile amplitudinilor armonicilor de curent depind de ordinul armonicilor. Amplitudinile armonicilor se modifică odată cu creșterea unghiului de comandă, α .

4. Măsurarea regimului deformant

Pentru măsurarea regimului deformant am conceput un sistem de achiziții de date format din următoarele blocuri funcționale: un transformator de adaptare, sistemul de măsură propriu-zis care constă dintr-o placă de achiziție specializată și un calculator personal (vezi fig.1).

Cu ajutorul acestui sistem am efectuat măsurători asupra regimului deformant introdus de convertoarele comandate la instalațiile de la E.M. Lupeni.

Deoarece instalațiile de extracție respective sunt alimentate cu energie electrică de la transformatoare proprii, măsurătorile le-am efectuat pe partea de 6 kV, în secundarul transformatoarelor nefiind conectați alți consumatori.

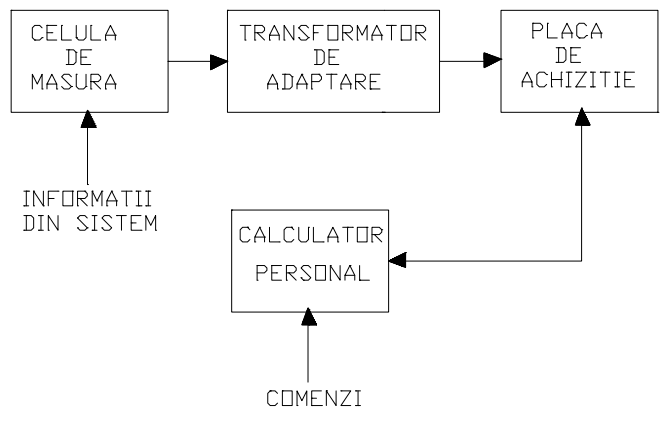


Figura 1

În urma măsurărilor efectuate se observă prezența armonicilor de curent, cele mai importante valori luându-le armonicile de ordinul 5, 7, 9.

În spectrul armonic al tensiunii de fază nu apar armonici semnificative de ordin superior.

Se menționează că măsurătorile au fost efectuate în diferite regimuri de funcționare ale mașinilor de extracție: pornire în gol; pornire în sarcină; mers în gol; frânare în gol; frânare în sarcină; mers în regim stabilizat în sarcină.

Valorile armonicilor sunt prezentate în figurile nr. 2 și 3.

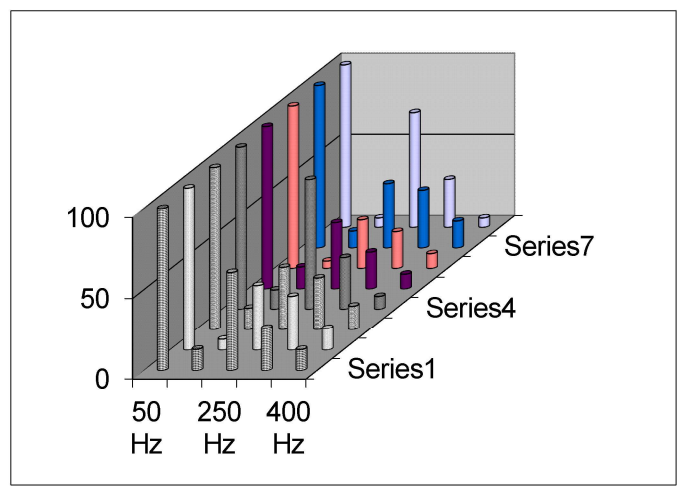


Figura 2

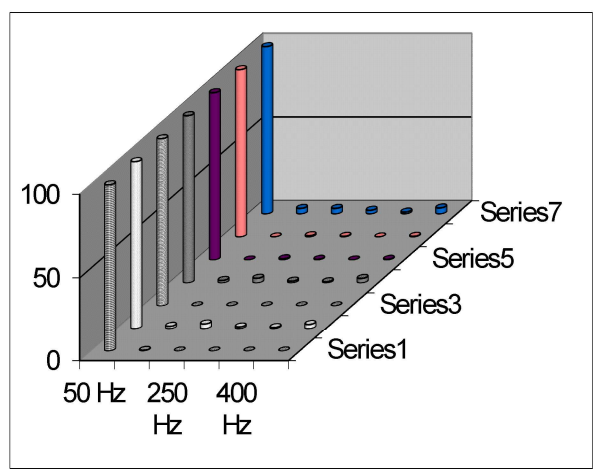


Figura 3

5. Concluzii

Armonicile de curent produc pierderi suplimentare prin amplificarea efectului pelicular, datorită valorilor mai ridicate ale frecvențelor armonicilor de ordin superior. Pierderi similare au loc și în sistemele de transmisie ale rețelelor e telecomunicații situate în vecinătatea instalațiilor de redresare industrială.

Armonicile de tensiune sunt mai periculoase, mai ales în punctele mai îndepărtate de punctul de alimentare (locul unde sursa de armonici de curent se leagă la instalația respectivă), unde pot să se găsească diferite întreprinderi, sisteme de automatizări, telecomandă.

Utilizarea pe scară tot mai largă a convertoarelor statice realizate cu componente electronice semiconductoare a dus inevitabil și la apariția unor inconveniente datorate înrăutățirii parametrilor calitativi ai energiei electrice furnizate consumatorilor aflați în vecinătatea convertoarelor, consumatori conectați la același sistem de bare.

Din această cauză apar pierderi însemnate de energie electrică în cadrul exploatărilor miniere care utilizează sisteme de acționare cu convertor static-motor. Aceste pierderi încarcă nejustificat prețul de vânzare al cărbunelui livrat beneficiarilor.

Se pune problema eliminării acestor inconveniente printr-o abordare sistematică a problemelor pe care le implică regimul deformant. Pentru a putea combate efectul deformant este necesară cunoașterea teoretică a parametrilor care caracterizează acest regim: factorul de formă, factorul de vârf, factorul de distorsiune și nivelul armonicilor.

Cunoscând indicatorii teoretici ai regimului deformant se poate face o comparație cu rezultatele experimentale, obținute în urma unor serii de măsurători efectuate la instalațiile existente în funcțiune, iar pe baza aceasta se pot găsi cele mai adecvate metode de compensare a armonicilor superioare de tensiune și de curent.

Bibliografie:

1. Uțu, I., Reduce the Harmonics from Mining Extraction Plants Operated with DC Motors, Proceedings of the 12th International Conference on Instrumentation, Measurement, Circuits and Systems (IMCAS '13), Kuala Lumpur, Malaysia, 2013.
2. Uțu, I., Stochițoiu M. D. - Voltage and current harmonics simulation. Annals of University of Petroșani, Petroșani, 2015.
3. Uțu, I., Reducerea consumului de energie electrică în acționările electrice de mare putere din industria minieră. Teză de doctorat, Petroșani 1998.

STUDIU PRIVIND REDUCEREA EMISIEI DE SO₂ LA GRUPURILE ENERGETICE CARE FUNCTIONEAZA PE BAZA DE CARBUNE

Autori: Ciprian Gabriel GUTANU ¹, Mioara Elena PEAGU ² – I.M.E. E31.

cipriangabriel973@yahoo.ro , peagumioaraelena@gmail.com

Coordonatori : conf.univ.dr.ing. Ilie UTU ³, conf.univ.dr.ing. Liliana SAMOILA ⁴

ilieutu@yahoo.com - 0722613413

¹ Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Electromecanica, anul III

² Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Electromecanica , anul III

^{3,4} Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE

Rezumat : În lucrare se prezintă efectele nocive produse de SO₂ rezultați prin arderea combustibililor fosili (cărbune, gaze naturale, păcură), asupra mediului, asupra sănătății umane, solului, clădirilor și asupra construcțiilor dar și reducerea emisiilor de SO₂ din mediu prin aplicarea tehnologiei de ardere în strat fluidizat.

În acelaș context se prezintă principalele cauze care conduc la apariția ploilor acide, formarea ceții, smogul precum și efectele nocive ale SO₂ asupra mediului.

Cuvinte cheie : emisii , acid , tehnologie , poluare , SO₂.

1. Impactul sectorului energetic asupra mediului

În România, sectorul energetic a contribuit ca factor major de degradare a mediului prin dezvoltarea centralelor electrice pe cărbuni inferiori. Poluarea în acest sector poate fi cauzată de procesul de producție a energiei primare, de transport, conversie și consum. Sectorul energetic contribuie la emisia în atmosferă a unor cantități însemnate de dioxid de sulf (SO₂), monoxid de carbon (CO), dioxid de carbon (CO₂), oxizi de azot (NO_x), particule fine, precum și la deversarea de ape reziduale.

Circa 80% dintre grupurile termoelectrice din România au fost instalate în perioada 1970 - 1980. În ultimii 10 ani, au fost modernizate/retehnologizate unele centrale termoelectrice, reprezentând aproximativ 10% din puterea instalată.

Reducerea impactului sistemelor energetice asupra mediului și implementarea normelor prevăzute în acest domeniu impuse de reglementările Uniunii Europene, urmează să se realizeze prin: lucrări de reabilitare și modernizare, ecologizarea haldelor de zgură și cenușă, monitorizarea continuă a calității mediului în zona marilor obiective energetice, reabilitarea solurilor poluate și reintroducerea acestora în circuitul agricol, reducerea emisiilor de poluanți la rafinării și minimizarea pierderilor, refacerea ecologică a unor zone petrolifere prin reducerea riscului în operare.

Măsurile specifice care vor fi adoptate pentru protecția mediului sunt următoarele:

- ✓ realizarea investițiilor din domeniul protecției mediului;
- ✓ conformarea centralelor termoelectrice cu condițiile impuse de Directiva 2001/80/EC cu privire la limitarea emisiilor în aer ale anumitor poluanți (SO₂, NO_x și pulberi) proveniți din instalațiile mari de ardere, de Directiva 96/61/EC privind prevenirea și controlul integrat al poluării și de Directiva 99/31/EC privind depozitarea deșeurilor industriale;
- ✓ încadrarea centralelor termoelectrice în ceea ce privește emisia gazelor cu efect de seră, în cotele prevăzute în Planul Național de Alocare (P.N.A.) a certificatelor de emisii a gazelor cu efect de seră pentru perioadele 2007 și 2008 - 2012, depășirea acestor putând fi realizată doar cu achiziție de certificate și creșterea corespunzătoare a prețului energiei electrice livrate;
- ✓ intensificarea utilizării mecanismelor flexibile prevăzute în Protocolul de la Kyoto și de Directiva 2003/87/CE privind comercializarea permiselor de emisii de CO₂.

Sectorul energetic, pe întregul lanț producere - transport - distribuție - consum, produce aproximativ 90% din emisiile poluante din România. Principalii poluanți rezultați din arderea combustibililor fosili cu impact asupra aerului, sunt: pulberi (cenușă, particule de cărbune, zgură, pământ, funingine etc.); oxizi de sulf (SO₂ și SO₃); oxizi de azot (NO și NO₂); oxizi de carbon; gudroane; hidrocarburi; acizi organici etc.

2. Efectele poluării cu oxizi de sulf

Oxizii de sulf au acțiune dăunătoare atât asupra organismului uman și a regnului vegetal cât și asupra construcțiilor din metal și piatră.

La om, acești oxizi provoacă iritații ale mucoaselor căilor respiratorii. Acestea apar la concentrații de 5 ppm. Pagubele cele mai importante provocate de SO₂ plantelor se petrec ziua, când activitatea fotosintetică este maximă, acțiunea fitotoxică a SO₂ constând în distrugerea clorofilei. Prin expunerea unor plante la o atmosferă artificială de SO₂ s-a constatat că în urma absorbției unui gaz se elimină H₂S, proces ce se desfășoară numai în prezența luminii.

Dioxidul de sulf (SO₂), produs în principal de arderea cărbunelui dar prezent și în emisiile motoarelor diesel, se combină cu apa din atmosferă și provoacă ploile acide care distrug vegetația și clădirile.

Oxizii de sulf au o acțiune directă asupra plantelor, contribuind la modificarea apei și a solului. Oxizii de sulf, împreună cu cei de azot, sunt considerați principalele cauze ale ploilor acide, ploi care cauzează distrugerea pădurilor pe suprafețe întinse.

Efectul nociv al dioxidului de sulf asupra florei se amplifică foarte mult, prin sinergism cu dioxidul de azot (NO_2).

Surse naturale: erupțiile vulcanice, fitoplanctonul marin, fermentația bacteriană în zonele mlaștinoase, oxidarea gazului cu conținut de sulf rezultat din descompunerea biomasei.

Surse antropice: (datorate activităților umane), sistemele de încălzire a populației care nu utilizează gaz metan, centralele termoelectrice, procesele industriale (siderurgie, rafinărie, producerea acidului sulfuric), industria celulozei și hârtiei, în măsură mai mică, emisiile provenite de la motoarele diesel.

În funcție de concentrație și perioada de expunere dioxidul de sulf are diferite efecte asupra sănătății umane. Expunerea la o concentrație mare de dioxid de sulf, pe o perioadă scurtă de timp, poate provoca dificultăți respiratorii severe. Sunt afectate în special persoanele cu astm, copiii, vârstnicii și persoanele cu boli cronice ale căilor respiratorii.

Dioxidul de sulf afectează vizibil multe specii de plante, efectul negativ asupra structurii și țesuturilor acestora fiind sesizabil cu ochiul liber. Unele dintre cele mai sensibile plante sunt: pinul, legumele, ghindele roșii și negre, frasinul alb, lucerna, murele.



Figura 1. Efectele produse de SO_2 asupra legumelor

În atmosferă, contribuie la acidifierea precipitațiilor, cu efecte toxice asupra vegetației și solului. Creșterea concentrației de dioxid de sulf accelerează coroziunea metalelor, din cauza formării acizilor. Oxizii de sulf pot eroda: piatra, zidăria, vopselurile, fibrele, hârtia, pielea și componentele electrice.



Figura 2. Efectele produse de SO_2

Solul este afectat de poluare prin modificarea pH-ului, gradul de saturație în baze și a conținutului de humus. Dioxidul de sulf SO_2 și SO_3 pe lângă alte efecte nocive au favorizat acidifierea excesivă a solului, deshidratarea lentă și carbonizarea substanțelor organice moarte, reducându-se resursele nutritive ale microorganismelor din sol. Anual, coșurile din zona industrială aruncă peste soluri și păduri mii de tone de substanțe poluante (plumb, zinc, cupru, arseniu, stibiu, bismuth) toate sub formă de oxizi de sulf: dioxid și trioxid de sulf care în combinație cu umiditatea din atmosferă formează cețurile și ploile acide din zonă. Efectul lor, datorită poluării progresive din decursul anilor s-a agravat, cel mai mult suferind solurile (forestiere și agricole). Are loc degradarea solului dispărând vegetația.

Prin acumularea poluanților în sol se produce acidifierea complexului trofic, slăbirea activității microbiene, sărăcirea fondului de substanțe minerale, descompunerea în elemente primare prin dispariția argilei ca factor liant, aceasta din urmă amplificându-se în urma ploilor puternice.

În plantele cultivate se regăsesc: plumb, zinc, cadmiu, cupru, fier, etc., obținute fie prin absorbție radiculară, fie prin translocare din frunze.



Figura 3. Solul afectat de SO₂

3. Unele considerații despre arderea cărbunilor în strat fluidizat

Un strat fluidizat este un sistem bifazic în care un gaz, repartizat uniform cu ajutorul unei grile de distribuție (grătar sau duze de insuflare) este expulzat de jos în sus, printr-o masă (pat) de particule solide, astfel încât acestea plutesc în curentul de gaz și se află într-o agitație permanentă. Comportamentul acestui mediu bifazic, în care particulele solide pot să se miște unele în raport cu altele, este asemănător cu cel al unui lichid care fierbe, de unde și denumirea dată uneori de strat fierbător.

Teoria arderii în strat fluidizat a fost elaborată în 1922 de către cercetătorii Winkler (Germania) și Cidell (SUA), dar sa aplicat la arderea cărbunilor în focarele generatoarelor de abur doar în ultimii 30 de ani.

În interiorul stratului fluidizat, care atinge înălțimea de (3-4) m, particulele de cărbune sunt antrenate într-o mișcare haotică, se ciocnesc între ele, precum și de țevile schimbătorului de căldură sau pereții limitrofi ai focarului. În urma acestor ciocniri se scutură stratul de cenușă format în urma arderii la suprafața particulelor, ușurându-se astfel accesul oxigenului la suprafața de reacție, ceea ce favorizează mult creșterea vitezei de ardere a particulelor cât și creșterea importantă a coeficientului de convecție de la gaze la peretele țevilor schimbătorului de căldură.

În principiu, procedeul constă în arderea particulelor de cărbune în suspensie, într-un curent oxidant deosebindu-se două situații limită, determinate de valoarea vitezei de insuflare a aerului:

- arderea în strat fluidizat staționar sau dens (ASF);
- arderea în strat fluidizat circulant (ASFC).

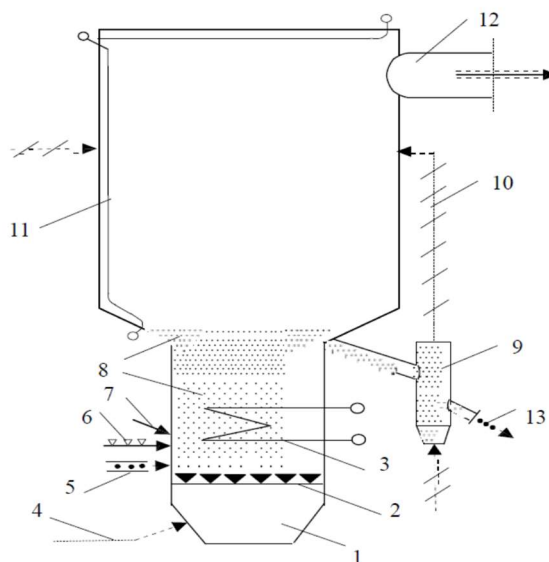


Figura 4.. Schema de principiu a unui focar cu strat fluidizat staționar

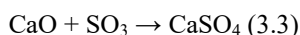
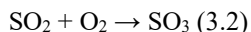
1 – cameră de aer, 2 – grătar 3 – schimbător de căldură, 4 – aer primar, 5 – flux cărbune, 6 – praf de calcar, 7 – arzător de pornire, 8 – strat fluidizat, 9 – răcitor pentru cenușă, 10 – aer secundar, 11 – țevi de ecran, 12 – canal de evacuare a gazelor de ardere, 13 – evacuarea cenușii.

Are loc și un proces de desulfurare a gazelor de ardere, desfășurat în două etape.

În prima etapă se produce calcinarea carbonatului de calciu:



Iar în a doua etapă are loc sulfatarea oxidului de calciu având ca bază următoarele două reacții:



Aceste reacții pot fi prezentate și sub forma:



Reacția (3.4) de sulfatare a oxidului de calciu este exotermică. Practica industrială a arătat că prin dozarea de calcar în raportul $\text{Ca/S} = 2,5 \div 3,5$ a fost rezolvată parțial și problema desulfurării simultane a gazelor de ardere, gradul de desulfurare atins fiind de circa 50 % în cel mai bun caz.

Controlul temperaturii în stratul fluidizat nu mai poate fi asigurat numai prin prevederea unui schimbător de căldură gaze-apă imersat, ci este nevoie să se apeleze la realizarea unei arderi substoichiometrice, concomitent cu recirculare cenușii. S-a ajuns astfel la apariția instalațiilor de ardere a combustibililor solizi în strat fluidizat circulant (Figura 3.3).

4. Schema de principiu a unui focar cu strat fluidizat circulant (ASFC)

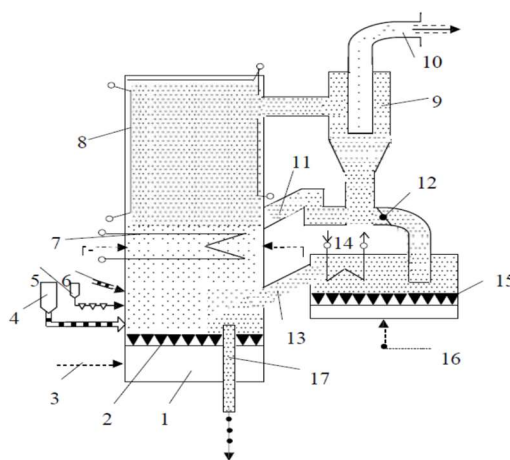


Figura 5. Schema de principiu a unui focar cu strat fluidizat circulant :

1 – camera de aer, 2 – grătar, 3 – aer primar, 4 – cărbune, 5 – carbonat de calciu, 6 – arzător de pornire, 7 – schimbător de căldură, 8 – țevi de ecran, 9 – ciclon, 10 – canal de evacuare a gazelor de ardere, 11 și 13 – canal pentru returnarea cenușii în focar, 12 – clapetă de reglare, 14 – schimbător de căldură extern pentru răcirea cenușii, 15 – grătar pentru cenușă, 16 – aer secundar, 17 – canal pentru evacuarea cenușii, 18 – aer secundar.

a. Posibilitatea de a utiliza diverse calități de cărbune, de la cei inferiori la cei superiori, a mixtelor de cărbune sau chiar a deșeurilor menajere sau de altă natură. Stabilitatea aprinderii și arderii este ridicată, iar pierderile prin nearse nu depășesc (1 ÷ 2) %. Arderea cărbunilor este autotermă, respectiv fără support de hidrocarburi, pentru ligniți cu $H_i > 5000 \text{ kJ/kg}$, chiar și la sarcini parțiale.

b. Emisiile poluante sunt minime, datorită posibilității de desulfurare înaintată (până la circa 80 ÷ 85 %) a gazelor de ardere cu ajutorul substanțelor absorbante (CaCO_3 , CaO , $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$) și blocării mecanismului termic de producere a oxizilor de azot ca urmare a temperaturii relativ scăzute din focar (sub 9000C);

c. Prepararea cărbunelui este sumară și se realizează prin simpla concasare a acestuia.

Dimensiunile granulelor de cărbune ($\varphi = 0 \div 20\text{mm}$) pentru ASFC sunt mult mai mari decât în cazul ASF pentru care $\varphi = (0 \div 7)\text{mm}$, sau în cazul arderii în stare pulverizată când $\varphi 0,1 \text{ mm}$. Prin urmare se face o importantă economie de energie la măcinarea cărbunelui, dar scad și cheltuielile de investiții și exploatare legate de inexistența morilor de cărbune.

Gazele de ardere, curățate de praf, se destind în turbina cu gaze, după care se răcesc în economizor, preîncălzind apa de alimentare a cazanului. Pentru a se respecta normele privind concentrația maximă a prafului la emisie în atmosferă, înainte de a fi evacuate pe coș, gazele sunt din nou desprăfuite, fie cu ajutorul unui electrofiltru, fie cu filtre sac confecționate din material textil.

5. Concluzii

Principala componentă a ceții este substanța formată din particulele de sulf, (în special sulfatul de amoniac), împreună cu diferite cantități de substanțe ce conțin azot, care în unele zone, pot egala cantitatea de sulf. Alte componente include grafit, sub formă de cenușă fină sau aerosoli organici.

Principalii reactanți într-un proces de formare a smogului fotochimic sunt oxidul de azot, NO și hidrocarburile nearse, care sunt emise în aer ca poluanți, de la motoarele cu ardere internă și de la alte surse.

Pământul, vegetația și întinderile de apă sunt suprafețele pe care se acumulează depunerile acide. Ploaia acidă este o formă de poluare atât a apei cât și a aerului în care acizii din aer, produși de uzine de producere a energiei electrice și alte surse, cad pe Pământ în diferite regiuni.

Efectul principal al poluanților din aer asupra metalelor este coroziunea suprafețelor, ce duce la pierderi de material de la suprafață și la alterarea calităților electrice ale metalelor.

Efectele poluanților asupra oamenilor reprezintă o problemă importantă, deoarece pe durata a mai multor evenimente grave, poluarea aerului poate avea un efect semnificativ asupra sănătății, în special asupra copiilor, bătrânilor sau oamenilor bolnavi.

Efectul principal al poluanților din aer asupra metalelor este coroziunea suprafețelor, ce duce la pierderi de material de la suprafață și la alterarea calităților electrice ale metalelor.

Bioxidul de sulf afectează vizibil multe specii de plante, efectul negativ asupra structurii și tesuturilor acestora fiind sesizabil cu ochiul liber. La om și animale, în concentrații reduse produce iritarea aparatului respirator, iar în concentrații mai mari provoacă spasm bronșic. De asemenea, bioxidul de sulf produce tulburări ale metabolismului glucidelor și a proceselor enzimatice.

În principiu, procedeul constă în arderea particulelor de cărbune în suspensie, într-un curent oxidant deosebindu-se două situații limită, determinate de valoarea vitezei de însuflare a aerului:

- arderea în strat fluidizat staționar sau dens (ASF);
- arderea în strat fluidizat circulant (ASFC).

Bibliografie

- [1]. Agenția Regională pentru Protecția Mediului Sibiu - Raportul privind starea factorilor de mediu în Regiunea Centru pe anul 2009. http://www.arpm7c.ro/documents/starea_mediuului/Anuar_2009_Reg7C.pdf
- [2]. Bazac, Gh., (1983), "Influența reliefului asupra principalelor caracteristici ale climei României", Editura Academiei RSR, București.
- [3]. Ciplea L., Ciplea Al., Poluarea mediului ambient, Ed. Tehnică, București, 1978.
- [4]. CO2 Capture: Comparison of Cost & Performance of Gasification and Combustion-based Plants, Workshop on Gasification Technologies, Denver, Colorado, March 14, 2007, Jared P. Ciferno, National Energy Technology Laboratory;
- [5]. D&D Thematic Network Report „Fossil fuel power generation. State-of-the art, POWERCLEAN R, 30.07. 2004;
- [6]. Documentul de referință asupra Celor Mai Bune Tehnici Disponibile pentru Instalațiile Mari de Ardere (BREF LCP) din iulie 2006;
- [7]. Dumitrescu, D., - Manualul inginerului hidrotehnician. București, Editura Tehnică, 1969.
- [8]. Energy technologies Perspective 2008, Scenarios & Strategies to 2050, INTERNATIONAL ENERGY AGENCY , part 1, 57 page, 268-279 pages;
- [9]. F.J.Brooks - GE gas turbine performance characteristics, GE Marketing Communications BER, 1993.
- [10]. G.Dani – Optimizarea ciclurilor mixte abur – gaze pentru termoficare, Teza de doctorat, UPB 1997.
- [11]. Ghia V., Gaba A., Poluarea aerului prin arderea combustibililor fosili. Depoluarea primară, Editura Agir București, 2000.
- [12]. Ghidul JASPERS pentru proiectele pentru instalații de desulfurare a gazelor de ardere aplicate instalațiilor mari de ardere;
- [13]. ICPET – ECO, Realizare stand și cercetări pentru stabilirea parametrilor tehnologici de reducere a emisiilor de pulberi
- [14]. Ionel I., Ungureanu C., Termoenergetica și mediu. Măsurile pentru reducerea poluării mediului datorită arderii combustibililor clasici, Editura Tehnică, București 1996.
- [15]. Lăzăroiu Ghe., Impactul CTE asupra mediului, Editura Politehnică Press, București, 2005
- [16]. Novel technology of coal biomass co-combustion with CO2 capture, Cebrucean, D.; Ionel, I.; Panait, T., JOURNAL OF ENVIRONMENTAL PROTECTION AND ECOLOGY, volume 11, 284-293, 2010
- [17]. Popa R., Racoceanu C., Șchiopu C. Tehnici de monitorizare și depoluare a aerului, Editura Sitech, Craiova, 2008.
- [18]. Post- combustion removal of carbon dioxide from flue gases, Ionel, Ioana; Ioan, Padurean; Dumitru, Cebrucean; Francisc, Popescu; Cebrucean (Harea), Viorica; Trif-Tordai, Gavrilă; Dungan, Luisa Izabel, METALURGIA INTERNATIONAL, volume 14, 40-46 pages, 2009
- [19]. Racoceanu C., Popa R., Protecția și depoluarea aerului, Editura Sitech, Craiova, 2004.
- [20]. Research and Development Concept for Zero-Emission Fossil-Fuelled Power Plants, Summary of COORETEC, Nr. 527;
- [21]. Technical Report on post-combustion capture, ALSTOM no. 290028, November 2010, 15-24pages, 29-37 pages;
- [22]. Turbine – Pompe GEC Alstom, documentație de firmă, 1996.
- [23]. Țuleanu C., Tonu V. Procesele și aparatele de ardere a gazelor combustibile. Arderea omogenă: Material didactic. –Ch.:U.T.M., 2003. -252 p.
- [24]. Vaida V., Mănea L. „Reducerea nivelului emisiilor de dioxid de carbon prin eficientizarea funcționării instalațiilor energetice de la SC Electrocentrale Deva SA“, Energetica anul 53, nr. 7/2005.

Stand de laborator pentru simularea funcționării unui microhidrogenerator

Autori: Rahela ANTON¹, Cristian Gabriel AGAVRILOAIEI², Ion SĂRDĂROIU³

¹elliera05@gmail.com, ²agavriloaiei.cristian@gmail.com

¹Universitatea din Petroșani, Facultatea I.M.E, specializare Energetică industrială, anul 3

²Universitatea din Petroșani, Facultatea I.M.E, specializare Electromecanică, anul 2

³Universitatea din Petroșani, Facultatea I.M.E, specializare Energetică industrială, anul 3

Coordonatori: Prof.univ.dr.ing. Susana ARAD*,

Universitatea din Petroșani, Facultatea I.M.E, Departamentul A.C.I.E.E

[*susanaarad@yahoo.com](mailto:susanaarad@yahoo.com),

Rezumat: *Descentralizarea producerii de energie este însoțită de creșterea ponderii surselor neconvenționale/regenerabile de energie, creșterea flexibilității sistemelor de producere a energiei, dezvoltarea sectorului energetic de mobilitate electrică prin apariția consumatorilor care își creează propria energie din resurse distribuite. Microhidro este un tip de energie hidroelectrică care produce în mod obișnuit de la 5 kW la 100 kW de energie electrică utilizând fluxul natural de apă. O microcentrală hidraulică este o hidrocentrală a cărei putere instalată nu depășește 100 kW (5 – 100 kW). În lucrare am prezentat un experiment de construcție a unui microhidro generator în vederea studierii posibilităților de utilizare a energiei hidro pentru consumatori rezidențiali sau izolați.*

Cuvinte cheie: micro hidro generator, energie electrică, hidroenergia, sursă regenerabilă.

1.Introducere

Sectorul energetic se află la ora actuală într-o etapă de schimbări profunde marcate de descentralizarea producerii de energie și creșterea ponderii sectorului terțiar în consumul de energie primară. Descentralizarea producerii de energie este însoțită de creșterea ponderii surselor neconvenționale/regenerabile de energie, creșterea flexibilității sistemelor de producere a energiei, dezvoltarea sectorului energetic de mobilitate electrică prin apariția consumatorilor care își creează propria energie din resurse distribuite prin introducerea tehnologiilor inteligente de management a energiei. [4]

Ca o consecință firească a apărut o categorie de consumatori, care sunt în același timp și producători de energie (denumiți generic „prosumeri”) și care se constituie în adevărate micro sisteme energetice, de multe ori fiind integrați și în tranzacții pe piața de energie electrică [2]. Pur și simplu, prosumerul este cineva care produce și consumă energie - o schimbare făcută parțial din cauza creșterii noilor tehnologii conectate și a creșterii continue a mai multor energii regenerabile, cum ar fi energia solară, vântul sau/și hidraulică, pe rețeaua electrică [3]. O imagine a unor „prosumeri” care produc energie electrică din diferite surse este redată în Fig. 1.

2.Energia hidroelectrică o sursă regenerabilă

Hidroenergia sau reprezintă capacitatea sistemului fizic reprezentat de apă de a efectua lucru mecanic prin curgere; datorită circuitului apei în natură este considerată o formă de energie regenerabilă. Exploatarea acestei energii se face în hidrocentrale și în centralele care produc energie electrică pe baza energiei valurilor și mareelor.

Forța apei în cădere pune în mișcare turbinele pentru a produce electricitate. Apa este adunată într-un lac de acumulare și canalizează printr-un baraj. Condițiile pentru energie hidroelectrică este un curent puternic și rapid de apă și o înălțime semnificativă de la care să cadă apa.



Fig. 1. Schema unui consumator care își asigură energia electrică independent și din rețea

Tipurile de turbine care antrenează apa pentru a pune în mișcare generatorul sunt: tip Pelton, Francis și Kaplan, Fig. 2. [3]

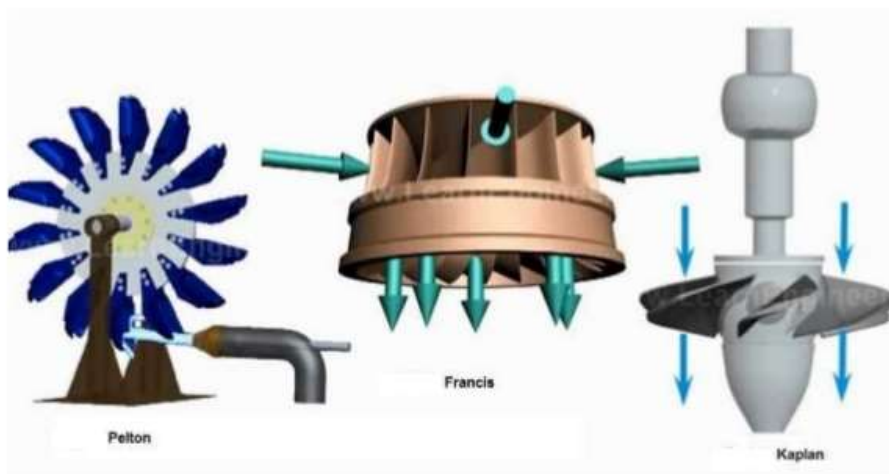


Fig. 2. Tipuri de turbine hidraulice

Cele mai multe instalații care produc energie electrică au nevoie la început de o formă de energie mecanică. Energia mecanică rotește generatorul pentru a produce electricitate. În cazul hidroelectricității, energia mecanică provine din căderea unor volume mari de apă. Pentru mai mult de 100 ani, cel mai simplu mod de a produce căderea unor volume mari de apă necesară pentru a produce electricitate a fost de a construi un baraj. Un baraj oprește curgerea naturală a unui râu, construind un rezervor adânc în spatele lui. În orice caz, barajele și rezervoarele mari nu sunt întotdeauna adecvate, în special în zonele sensibile din punct de vedere al protecției mediului.

Puterea apei reprezintă o sursă majoră de energie în multe țări europene, și în special în Scandinavia. [6] Barajele sunt utilizate pentru a crea bazine de apă. Apa este accelerată în cădere prin jgheaburi și direcționată pentru a pune în mișcare turbinele care generează electricitate. Această resursă este regenerabilă și nu generează emisii de carbon. [1]

O microcentrală hidroelectrică este o hidrocentrală a cărei putere instalată nu depășește 100 kW (5 – 100 kW), iar o picocentrală hidroelectrică este o hidrocentrală a cărei putere instalată nu depășește 5 kW (1-5 kW). Microcentralele și picocentralele hidroelectrice pot fi construite pe cursuri de apă mici și constituie o soluție pentru asigurarea energiei electrice în așezările mici și izolate sau consumatori individuali. [1]

Sursa hidro de mică putere (cu o putere inferioară 10 MW) este constituită în parte de centralele pe firul apei, funcționarea lor depinzând în mare măsură de debitul apei. Aceste mici centrale sunt utilizate pentru o producție descentralizată de energie electrică. Producția mondială este estimată la 85 TWh. În Franța, centralele hidro de mare putere au atins practic pragul de saturare, rămânând de exploatat potențialul microhidro, care se estimează a fi de 4 TWh/an. O treime din acesta ar putea fi obținut prin ameliorarea instalațiilor existente, celălalte două treimi, prin instalarea unor echipamente noi.

Deoarece sursa cea mai importantă de energie regenerabilă din România (în conformitate cu cerințele UE), o reprezintă energia hidro, s-a impus analiza bazei de date privind atât microhidrocentralele existente în curs de execuție/reabilitare cât și cele potențial amenajabile economic. [6] Resursele de apă datorate râurilor interioare sunt evaluate la aproximativ 42 miliarde m³/an, dar în regim neamenajat se poate conta numai pe aproximativ 19 milioane

m³/an, din cauza fluctuațiilor de debite ale râurilor. Resursele de apă din interiorul țării se caracterizează printr-o mare variabilitate, atât în spațiu, cât și în timp. Astfel, zone mari și importante, cum ar fi Câmpia Română, podișul Moldovei și Dobrogea, sunt sărace în apă. [5] De asemenea apar variații mari în timp a debitelor, atât în cursul unui an, cât și de la an la an. În lunile de primăvară (martie-iunie) se scurge peste 50% din stocul anual, atingându-se debite maxime de sute de ori mai mari decât cele minime. Toate acestea impun concluzia necesității realizării compensării debitelor cu ajutorul acumulărilor artificiale.

3. Microsisteme energetice cu surse regenerabile în Valea Jiului

În categoria de consumatori și producători de energie electrică poate fi încadrată și societatea pe acțiuni S.C. Apa Serv Valea Jiului S.A. Petroșani ce are ca obiect de activitate captarea, tratarea, transportul, acumularea și distribuția apei potabile precum și canalizarea și epurarea apelor uzate menajere în localitățile din Valea Jiului. Această societate dispune de două micro hidrocentrale MHC care produc energie electrică și o livrează în SEN. [7] Cele două MHC produc și livrează în SEN o cantitate medie de energie electrică de aproximativ 1815 MWh/an.

Micro Hidrocentrala Valea de Pești cu o putere de 65-95 kw/h a fost pusă în funcție în anul 2007. MHC Valea de Pești, prezentată în Fig. 3, este localizată în partea vestică a Văii Jiului pe raza localității Uricani și are următoarele caracteristici:

- Tipul Microhidrogenerator cu turbină Crossflow și generator asincron; turbina Crossflow este o turbină cu flux liber, la fel ca o turbină Pelton.
- Număr de grupuri energetice: 1;
- Putere instalată: 200 KW;
- Debit instalat: 0,2 - 0,8 m³/s;
- Cădere brută: 31 m;
- Producția de energie electrică în an mediu: 0,909 mil kWh/an.



Fig. 3 MHC Valea de Pești [7]

Micro Hidrocentrala Polatiște este situată pe raza localității Petroșani și este prezentată în Fig. 4. MHC Polatiște are o putere de 35-65 kw/h și a fost realizată în anul 2000, prezentând caracteristicile:

- Tipul: Microhidrogenerator cu turbină Francis de tip FO 90/390 și generator asincron;
- Numar de grupuri energetice: 1;
- Putere instalată: 200 KW;
- Debit instalat: 0,16 - 0,3 m³/s;
- Cădere brută: 107,6 m;
- Producția de energie electrică în an mediu: 0,906 mil kWh/an.



Fig. 4 MHC Polatiște [7]

Pentru microhidrocentrale MHC economicitatea depinde de :

- ⇒ amplasamentul și investiția aferentă (inclusiv cheltuielile administrative)
- ⇒ puterea instalată și producția de energie probabilă (regimul debitelor, căderi)
- ⇒ distanța față de rețea
- ⇒ necesitățile de întreținere (gradul de automatizare, exploatarea de la distanță fără personal, fiabilitatea)
- ⇒ condițiile financiare și tariful de valorificare al energiei produse.

Pentru producerea de energie electrică S.C. Apa Serv Valea Jiului S.A. Petroșani deține [7]:

- Licența de Producere Energie Electrică Nr. 806 din 08.11.2007;
- Acreditarea centralelor electrice pentru aplicarea sistemului de promovare prin Certificate Verzi conf. Decizia nr. 3016 din 30.11.2011.

4. Stand de laborator pentru simularea funcționării unui microhidrogenerator

Pentru a produce cantități mici de energie electrică fără a construi un baraj, generatorul hidroelectric de mici dimensiuni este adesea cea mai bună soluție, mai ales în cazul în care avem la dispoziție căderi rapide de apă pe pante abrupte. Apa uzată este returnată în curs. Acest tip de sistem se numește un sistem "microhidro" sau "hidraulic cu impact redus". Apa este scoasă din fluxul curent de apă și deplasată în pantă către o turbină, printr-o conductă lungă numită vană. Fluxul de apă prin intermediul vanei preia apa cu viteză și o îndreaptă spre lamelele turbinei prin duze. Turbina se rotește continuu, atâta timp cât există apă pentru a o conduce. Turbina este conectată la un generator electric, iar energia electrică este disponibilă pentru funcționarea unor aparate sau pentru încărcarea bateriilor.[8]

Ne-am propus un proiect de a construi un sistem hidraulic la scară redusă care constă, dintr-o roată închisă într-un vas cu apă, sau o turbină, care se rotește prin jeturi de apă de mare intensitate. Proiectul propus abordează aceste aspecte legate de soluțiile de alimentare cu energie electrică și termică a consumatorilor rezidențiali și terțieri prin utilizarea tehnologiilor unor sisteme de microcogenerare bazate pe turbină Pelton. Sistemul hidraulic realizat va fi testat în condiții de laborator.

În acest proiect am folosit linguri de plastic pentru a construi un model simplu de sistem microhidro, Fig. 5. Acesta generează energie electrică, cu condiția să avem o sursă de apă sub presiune, cum ar fi de la o chiuvetă. Acest model se aseamănă foarte mult cu modelele reale micro-hidro și poate produce suficientă electricitate pentru a aprinde un bec mic.



Fig. 5. Etape în realizarea experimentului

Generatorul pe care l-am construit are 2 părți de bază, rotorul și statorul, Fig. 6. Statorul este partea staționară și este realizat din 4 bobine din sârma de cupru cu diametru de 24mm care colectează electricitatea. Rotorul este partea în mișcare a experimentului și este echipat cu 4 magneți puternici de 18mm diametru care va induce curentul electric în bobine. Plăcile de bază se vor construi din carton pe care se vor atașa bobinele, respectiv magnetii așezați cu polaritatea alternativă N-S-N-S [8]. Se va monta statorul cu bobinele atașate pe partea laterala a containerului, așa încât gaura centrală să fie deasupra găurii practică în container. Alinierea magnetilor rotorului cu bobinele de cupru, este o provocare care necesită multă atenție. [8]

S-a conectat mica hidro turbină la un multimetru și s-a măsurat tensiunea generată de turbina în rotație.

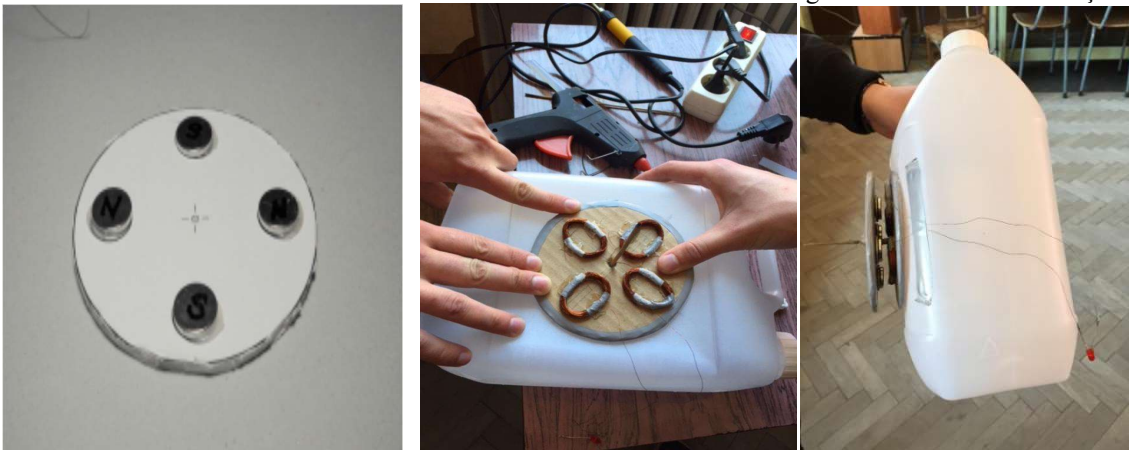


Fig. 6. Rotorul și statorul sistemului

Schema bloc a sistemului este redată în Fig. 7. Rotorul și statorul sunt fixate pe axul de lemn care străbate containerul din plastic.

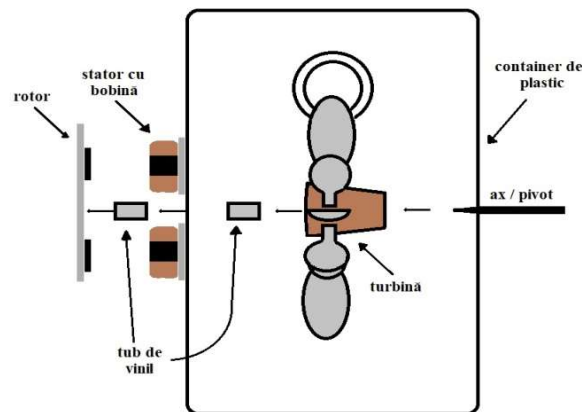


Fig.7.Schema bloc a sistemului experimentului

Turbina este realizată dintr-un dop de plastic pe care s-au înfipt cele 8 linguri de plastic și s-a fixat pe același ax cu celălalte componente. Carcasa este realizată dintr-un container de plastic în care am practicat o gaură pe fundul lui așa încât să poată fi introdusă turbina.

Asamblarea finală se face plasând tija în container prin gaura din stator. S-a poziționat turbina în containerul așa încât lingurițele să fie cu fața la gâtul containerului. Se împinge tija prin pluta turbinei și se aranjează pluta și tubul pe tijă astfel încât tija să iasă pe cealaltă parte a containerului cu aprox. 4 cm. Se ajustează poziția turbinei astfel încât lingurițele să se alinieze cu gâtul containerului.

Când discul rotorului se învârtă fără clătănări, se fixează în poziție cu clei cald aplicat în punctul unde tija trece prin discurile întărite. După ce totul a decurs bine în construcție, această turbină este capabilă să producă o cantitate de electricitate suficientă încât să se aprindă un LED, dependentă de viteza apei care lovește lingurițele.

Pentru aceasta s-a plasat gâtul containerului de plastic sub jetul de apă al unui robinet și apoi s-a pornit robinetul încât apa să pună rotorul în mișcare.

5. Concluzii

Descentralizarea producerii de energie este însoțită de creșterea ponderii surselor neconvenționale/regenerabile de energie, creșterea flexibilității sistemelor de producere a energiei, dezvoltarea sectorului energetic de mobilitate electrică prin apariția consumatorilor care își creează propria energie din resurse distribuite, prin introducerea tehnologiilor inteligente de management a energiei.

Puterea apei reprezintă o sursă majoră de energie în multe țări europene; categorie de consumatori, care sunt în același timp și producători de energie (denumiți generic „prosumeri”) și care se constituie în adevărate micro sisteme energetice, de multe ori fiind integrați și în tranzacții pe piața de energie electrică.

Proiectul propus abordează aceste aspecte legate de soluțiile de alimentare cu energie electrică a consumatorilor rezidențiali și terțiari prin utilizarea tehnologiilor unor sisteme de microcogenerare bazate pe turbină Pelton.

Experimentul cu turbina trebuie să fie capabil să producă o cantitate de electricitate suficientă, independentă de viteza apei încât LED-ul montat în circuitul bobinelor din experiment se va aprinde.

Pentru comunitățile din regiunile muntoase îndepărtate, sistemele hidrografice la scară mică au un mare număr de beneficii sociale și de mediu.

Deoarece electricitatea este produsă foarte aproape de locul unde este utilizată, nu este nevoie de o linie electrică de transport costisitoare care să transporte energia electrică către comunitate din depărtare. Instalarea hidrolică la scară mică poate aduce beneficii de energie electrică comunităților îndepărtate fără problemele și costurile asociate combustibililor fosili sau barajelor mari.

Bibliografie

- [1] Arad, S. *Surse regenerabile. Teorie și aplicații*, Ed. FOCUS, Petrosani, ISBN 978-973-677-304-4, 2015
- [2] Ionescu, C. Necula, H. Lazaroiu, C., Dumbrava, V., Vlad, G. *Power Quality Investigation in a Passive House*. 2014 IEEE 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HARMONICS AND QUALITY OF POWER (ICHQP). Book Series: International Conference on Harmonics and Quality of Power. Pages: 463-466. Published: 2014;
- [3] Patrascu, R., Badicu, A., Minciuc, E., Diaconescu, I., Necula, H. *Integration of renewable energy sources for industrial consumers*. U.P.B. Sci. Bull., Series C, Vol. 79, Iss. 3, 2017
- [4] Samoila B. L., Arad S. L. - *Some Issues Concerning the Photovoltaic Energy Management in Romania*, Annals of the University of Petrosani, Electrical Engineering, vol. 16 (XXXXIII), pag. 47- 52, ISSN 1454-8518, Ed. Universitas, Petrosani, 2014
- [5] STRATEGIA ENERGETICĂ A ROMÂNIEI PENTRU PERIOADA 2007 - 2020 ACTUALIZATĂ PENTRU PERIOADA 2011 - 2020
http://www.minind.ro/energie/STRATEGIA_energetica_actualizata.pdf.
- [6] ENERGIA REGENERABILĂ ÎN CADRUL LEGISLATIEI EUROPENE
http://www.europarl.europa.eu/news/public/story_page/051-25223-092-04-14-909-20080331STO25142-2008-01-04-2008/default_ro.htm
- [7] S.C. Apa Serv Valea Jiului S.A. <http://asvj.ro/servicii/>
- [8] <https://www.re-energy.ca/docs/hydroelectric-generator-cp.pdf>

SOLUTII EFICIENTE IN MANAGEMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

Student: Alexandra Sontropel

Coordonator
Conf.univ.dr.ing. Maria **STOCHITOIU**²

¹ *Universitatea din Petrosani, Facultatea de Inginerie Mecanica si Electrica, Energetica Industriala*

² *Universitatea din Petrosani, Facultatea de Inginerie Mecanica si Electrica*

Rezumat

Sistemele electroenergetice actuale, sunt supuse unor mari provocări, datorită progreselor tehnologice în domeniul surselor de energie regenerabilă, sistemelor de telecomunicații și mai ales a electronicii de putere. Dezvoltarea noilor surse de energie curată a apărut pe fondul crizei energetice, a schimbărilor climatice și a stimulentelelor de preț de pe piața de energie electrică.

Cuvinte cheie

Surse distribuite, celule fotovoltaice, sistem flexibil

1.Introducere

Sistemele electroenergetice funcționează cu linii electrice la tensiuni alternative de 220kV, 400kV, 750 kV și la tensiune continuă de ± 200 kV... ± 800 kV. Datorită liberalizării pieței Europene de energie electrică și a introducerii generării distribuite, schimburile de energie transfrontaliere tind să urmărească tranzacțiile de pe piața guvernată de prețul energiei, în timp ce circulațiile de puteri respectă în continuare legile lui Kirchhoff. Mai mult unele dintre sursele distribuite au o funcționare intermitentă (centrale eoliene, centrale fotovoltaice). Circulațiile de puteri nu pot fi coordonate și controlate în mod centralizat la nivel european.

Aspecte legate de protecția mediului înconjurător, creșterea eficienței energetice și integrarea la scară mare a surselor eoliene on și offshore au condus la noi abordări și dezvoltări de concepte ca Smart Grid, SuperGrid și Smart Cities. Aceste abordări cuprind și dispozitive din categoria FACTS (Flexible AC Transmission System) bazate pe electronica de putere.

Rețelele electrice inteligente nu presupun înlocuirea rețelei existente, ci schimbarea în concepția, funcționarea și dezvoltarea rețelei electrice actuale, creșterea flexibilității rețelei electrice prin creșterea posibilităților de alimentare cu energie electrică a consumatorilor. Aceste rețele electrice, pot să integreze în mod inteligent comportamentul și mișcările fiecărui utilizator conectat la ele, pentru o alimentare cu energie electrică eficientă, economică și sigură.

Noțiunea de *Rețea inteligentă* se referă la “modernizarea rețelei de distribuție a electricității, ceea ce va permite să supravegheze, să protejeze și să optimizeze în mod automat funcționarea elementelor interconectate de la generatorul central și distribuit, trecând prin rețeaua de înaltă tensiune și rețeaua de distribuție, până la utilizatorii industriali și la sistemele de automatizare ale clădirilor, la instalațiile de stocare a energiei și la receptorii finali, vehicule electrice, aparate electrocasnice și alte aparate de uz casnic”.

O sursă de energie intermitentă este orice sursă de energie, care nu este disponibilă în mod continuu din cauza unor factori care sunt în afara controlului direct. Sursa intermitentă poate fi destul de previzibilă, de exemplu, energia fotovoltaică, dar nu poate fi dispacherizată pentru a satisface cererea de putere a unui sistem.

Utilizarea eficientă a surselor intermitente într-o rețea de energie electrică se bazează de obicei pe ideea ca aceste surse intermitente înlocuiesc combustibilul care ar fi consumat altfel prin centralele electrice neregenerabile, sau se folosesc la stocarea energiei sub formă de apă de pompaj, de aer comprimat sau de gheață etc pentru a fi folosit atunci când este nevoie [3].

Sursele intermitente nu pot funcționa izolat față de sistemul de alimentare centralizat. Această funcționare ridică unele probleme pentru sursele echipate cu generatoare asincrone și cele conectate la rețea prin intermediul dispozitivelor electronice de putere.

Tehnologia de rețea inteligentă, reprezintă un ansamblu de sisteme de control și management al rețelei, de senzori și mijloace de comunicare și informare, care cuprind elemente tradiționale, cât și elemente de ultimă generație (fig.1). Tehnologia de rețea inteligentă, combină elemente de software și hardware menite să

îmbunătățească semnificativ modul în care este operat sistemul electric actual, oferind în același timp și posibilitatea modernizării ulterioare [8].

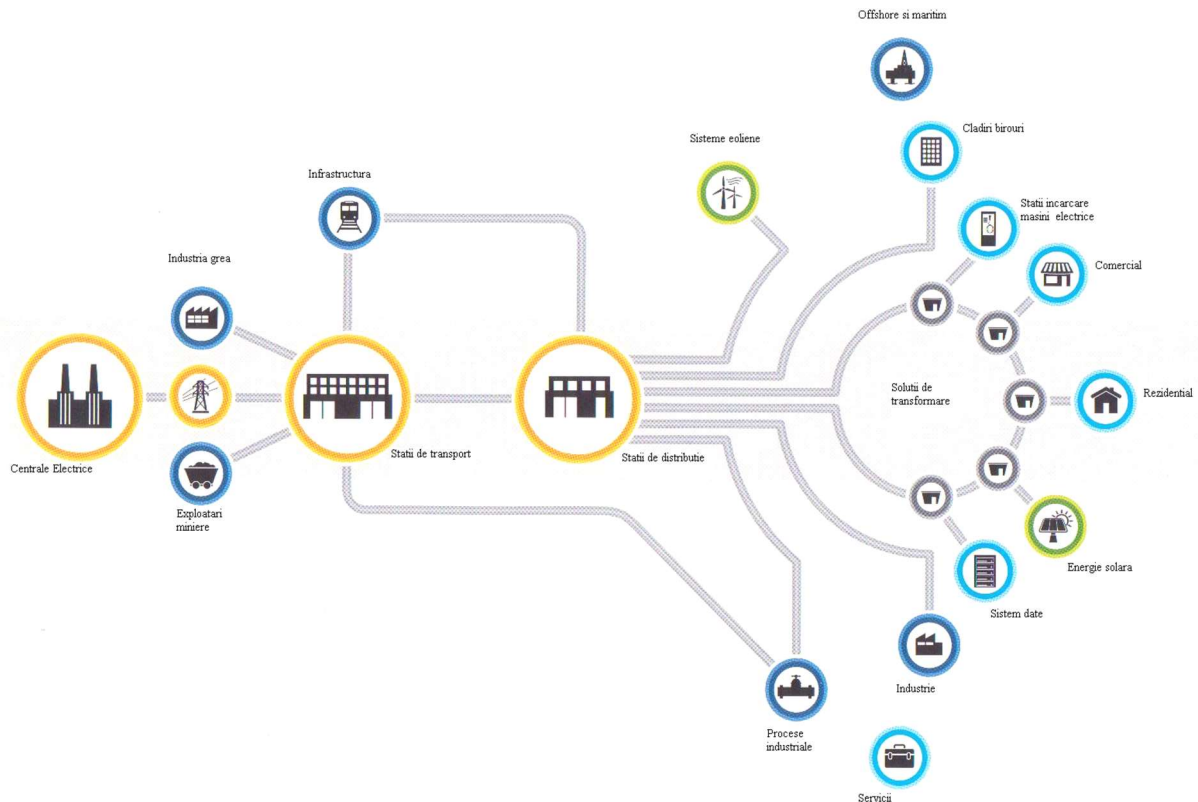


Fig.1. Solutii posibile de management a puterii generate

2. Caracteristicile unei rețele electrice inteligente

Dezvoltarea generării distribuite în rețelele de distribuție clasice a adus multe beneficii utilizatorilor rețelei și anume:

- creșterea gradului de continuitate în alimentarea cu energie electrică a consumatorilor,
- optimizarea costului energiei electrice,
- încurajarea dezvoltării surselor de energie regenerabilă.

Rețelele electrice ale viitorului trebuie să corespundă următoarelor cerințe[1]:

- *flexibilitate*

Rețelele electrice trebuie să prezinte configurații care să permită menținerea continuității în alimentarea cu energie electrică a consumatorilor în orice condiții de funcționare.

- *accesibilitate*

Rețelele electrice trebuie să permită accesul liber tuturor utilizatorilor, atât consumatori cât și producători, oricărei surse de energie regenerabilă să se conecteze fără restricții, chiar dacă acestea prezintă probleme specifice de funcționare.

- *securitate*

Securitatea funcționării, atât a producătorilor cât și a consumatorilor, este o cerință impusă rețelelor electrice moderne. Cerințele unei societăți digitale sunt îndeplinite prin asigurarea calității energiei electrice. Securitatea furnizării energiei electrice, se referă și la condițiile de funcționare ale rețelei electrice.

- *economicitate*

Dezvoltarea infrastructurii rețelelor electrice trebuie încurajate prin inovare, management eficient al energiei, competiție și reglementări tehnice, pentru că orice cheltuială nejustificată, se reflectă asupra prețului energiei electrice de la consumatorul final.

Pentru a atinge aceste patru obiective, rețelele electrice trebuie să devină mai „active”, să permită integrarea noilor tehnologii. Generatoarele distribuite pot fi controlate și agregate astfel încât să formeze microrețele sau centrale virtuale care vor facilita integrarea acestora în sistemul fizic dar și pe piața de energie electrică.

3. Beneficiile rețelei inteligente

Pentru a deveni inteligentă, rețeaua electrică trebuie să includă și sisteme de management a energiei. Platforma de control a rețelei electrice inteligente, trebuie să permită operatorului rețelei să întreprindă acțiuni de echilibrare a puterilor, eficiente din punct de vedere economic, utilizând sistemele de stocare pe perioadele de vârf ale curbei de sarcină.

Cele două infrastructuri ale rețelelor electrice inteligente sunt: a) infrastructura pentru transferul energiei electrice (rețeaua electrică) și b) infrastructura de transfer a informațiilor.

Pentru a se adapta noilor cerințe privind creșterea consumului de energie electrică, rețelele electrice trebuie să devină mai „active” și mai „inteligente” prin [2]:

- controlul circulației de puteri sau a tensiunilor, în timp real, prin intermediul unor dispozitive avansate de tip FACTS, bazate pe electronica de putere;
- implementare unor estimatoare de stare distribuite în cadrul sistemelor electroenergetice de mari dimensiuni;
- autoreglare, prin identificarea problemei aparute în rețea și reducerea timpului de intervenție;
- motivarea consumatorilor atât industriilor cât și casnici prin vizibilitatea prețurilor și oportunitatea de alegere a consumului și furnizorului;
- realizarea de software performant pentru evaluarea condițiilor de funcționare ale rețelei;
- realizarea de simulatoare pentru analiza funcționării sistemelor electroenergetice în regim permanent și în regim dinamic, inclusiv prin includerea unor *modele* pentru sursele de energie regenerabilă și dispozitivele neliniare;
- adaptarea rețelelor electrice de transport și distribuție, pentru a permite integrarea surselor de energie regenerabilă și a cogenerării;
- dezvoltarea de strategii de management al energiei care să faciliteze creșterea penetrabilității generării distribuite și a dispozitivelor de stocare.
- piața de energie permisivă prin încurajarea atât a investitorilor cât și a introducerii inovațiilor în domeniul energiei electrice.

3. Arhitectura unei rețele inteligente

Plecând de la necesitatea interconectării rețelelor transfrontaliere de energie electrică, de menținere a securității energetice a rețelelor de transport și distribuție a energiei electrice odată cu creșterea cererii de energie electrică, am întocmit o schemă arhitecturală a componentelor rețelei inteligente [7].

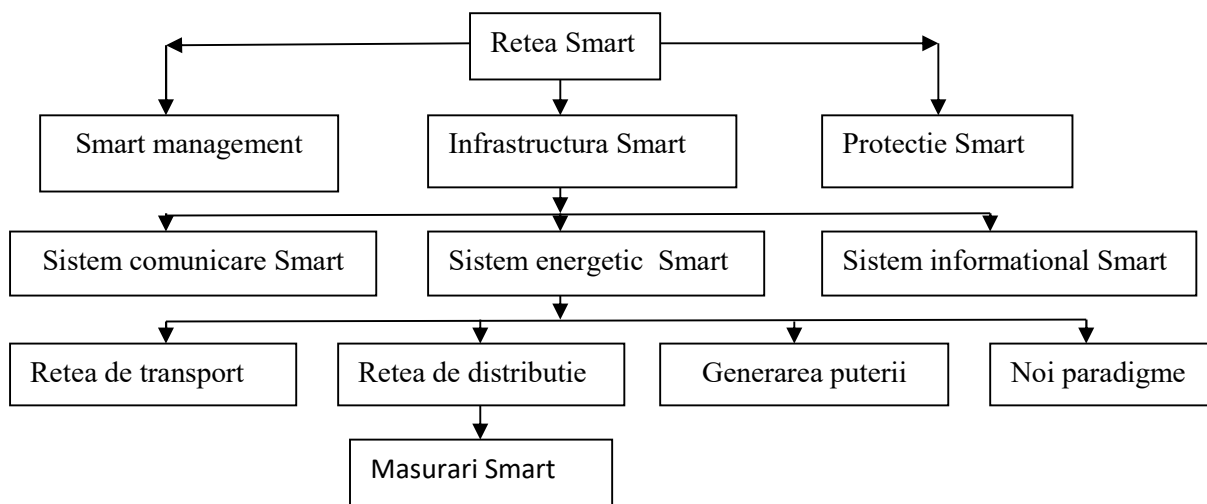


Fig.1 Arhitectura rețea Smart

4. Energie curată și obiective viitoare în România

Pentru a susține pe termen lung așteptările consumatorilor, sectorul energetic românesc trebuie să devină mai robust din punct de vedere economic, mai avansat și mai flexibil din punct de vedere tehnologic și mai puțin poluant.

Politicile ambițioase în domeniul energiei și schimbărilor climatice la nivel european, centrate pe diminuarea emisiilor de gaze cu efect de seră, creșterea ponderii surselor regenerabile de energie și orientarea atitudinii publicului înspre *energie curată*, vor influența comportamentul investitional în domeniul energetic și tiparele de consum energetic.

Proiecțiile Ministerului Energiei indică un avans substanțial al producției de electricitate în următorii 15 ani, de la 61,06 MWh în 2015, la 72,77 MWh, în 2030. Aceasta chiar în condițiile în care capacitățile instalate ar urma să urce cu numai 12% (de la 21,14 GW, la 23,68 GW) [6].

Mix-ul energetic se va menține echilibrat:

- hidro: 25% (2015) – 26% (2030)
- eolian 8% (2015) – 22% (2030)
- cărbune 34% (2015) – 5% (2030)
- biomasă 1% (2015) – 3% (2030)
- nuclear 17% (2015) – 16% (2030)
- solar 2% (2015) – 6% (2030),
- gaz natural 12% (2015) – 21% (2030)

Asistăm astăzi cu toții la o transformare accelerată a sectorului energetic, iar o componentă cheie a acestui proces ireversibil este reprezentată de dezvoltarea rețelelor electrice inteligente. Practic, vorbim despre o adevărată „revoluție” digitală, care presupune dezvoltarea de rețele inteligente cu coordonare în timp real, cu comunicare în dublu sens, ce permite o creștere a capacității de analiză și de transmitere a unor volume imense de date. ``Pentru oamenii obișnuiți sună complicat și chiar este complicat, pentru că înseamnă, în esență, îmbinarea a trei infrastructuri: rețeaua electrică, rețeaua de telecomunicații și infrastructura de tehnologia informației”.

Bibliografia

- [1] Eremia M., Toma L., Bulac C., Triștiu I.: *REȚELE ELECTRICE INTELIGENTE*, Forumul Regional al Energiei – FOREN 2008, Neptun, 15-19 iunie 2008.
- [2] Eremia M., Sanduleac M., s.a., *Dispozitive FACTS .Concepte si aplicatii in electroenergetica*, Ed. Agir , Bucuresti, 2017
- [3] Lucian V.: *SURSE NEPOLUANTE DE PRODUCERE A ENERGIEI ELECTRICE*, Ed. AGIR, București, 2005, ISBN 973-8466-78-4.
- [4] Lucian V.: *RESURSE ȘI INSTALAȚII DE PRODUCERE A ENERGIEI ELECTRICE*, Ed. AGIR, București, 2006, ISBN 973-720-061-6.
- [5] Predescu M.: *CONVERSIA ENERGIILOR REGENERABILE*, Ed. Electra, București, 2005, ISBN 973-7728-38-6.
- [6] *** UNIVERS INGINERESC nr.22/2018
- [7] *** REMAP 2030 – The International Renewable Energy Agency (IRENA) 2030
- [8] *** www.eaton.eu/electrical

Coordonarea protecțiilor și alegerea protecțiilor și a dispozitivelor de control în cazul stațiilor de distribuție de MT/JT

Autor: **MUCENIC Petru Mădălin**¹
mucenic.madalin@gmail.com

Coordonator: Șef lucr.dr.ing. Pană Leon²

¹Universitatea din Petroșani, Facultatea I.M.E., specializarea: Energetică, anul 4

²Universitatea din Petroșani, Facultatea I.M.E., specializarea: Electromecanică, anul II

Rezumat: În general, atunci când este necesar să se analizeze și să se aleagă un dispozitiv de protecție și de comandă, cum ar fi un separator de circuit, se evaluează unii parametri electrici care caracterizează dispozitivul însuși, de exemplu capacitatea nominală și capacitatea de rupere. Tensiunea de funcționare nominală, curent neîntrerupt, putere nominală I_n , capacitate maximă de rupere la scurtcircuit nominală I_{cu} , capacitate nominală de rupere la scurtcircuit de serviciu I_{cs} .

Cuvinte cheie: *protecție, dispozitive, transformator, intreruptoare și distribuție*

1. Generalități despre principalii parametri electrici ai dispozitivelor de protecție și de control

În general, atunci când este necesar să se analizeze și să se aleagă un dispozitiv de protecție și de comandă, cum ar fi un separator de circuit, se evaluează unii parametri electrici care caracterizează dispozitivul însuși, de exemplu capacitatea nominală și capacitatea de rupere.

Mai jos este prezentată o scurtă descriere a acestor parametri, care se referă la cantitățile electrice ale instalației.

Tensiunea de funcționare nominală U_e : este valoarea tensiunii care determină limita de aplicare a unui echipament și la care sunt menționați toți ceilalți parametri tipici ai echipamentului. Acesta este, în general, exprimat ca tensiunea între faze.

Curent curent neîntrerupt. I_u : este valoarea curentului pe care dispozitivul îl poate transporta pentru o perioadă nedeterminată (săptămâni, luni sau chiar ani). Acest parametru este utilizat pentru a defini mărimea întreruptorului.

Putere nominală I_n : este valoarea curentului care caracterizează eliberarea de protecție instalată la bordul întreruptorului și determină, pe baza setărilor disponibile pentru eliberare, caracteristica de protecție a întreruptorului propriu-zis. Un astfel de curent este adesea legat de curentul nominal al sarcinii protejate de dispozitivul de rupere a circuitelor.

Capacitate maximă de rupere la scurtcircuit nominală I_{cu} : este r.m. valoarea componentei simetrice a curentului de scurtcircuit, care este valoarea maximă pe care întrerupătorul poate să o rupă. Această valoare este stabilită printr-un ciclu de testare clar definit (O-t-CO) și modalitățile de testare specificate descrise în standardul de produs IEC 60947-2. Întreruptoarele sunt clasificate în funcție de nivelurile de performanță identificate cu litere ("N" "S" "H" "L", etc.) care se referă la capacitatea lor de rupere.

Capacitate nominală de rupere la scurtcircuit de serviciu I_{cs} : este r.m.s. valoarea componentei simetrice a curent de scurtcircuit care poate fi întrerupt de întreruptor. Această valoare este stabilită printr-un ciclu de testare clar definit (O-t-CO-t-CO) și modalitățile de testare specificate descrise în standardul de produs IEC 60947-2.

Se exprimă ca un procent de 25% - 50% - 75% - 100% din capacitatea maximă de rupere la scurtcircuit, de exemplu, ar putea fi $I_{cs} = 75\% I_{cu}$.

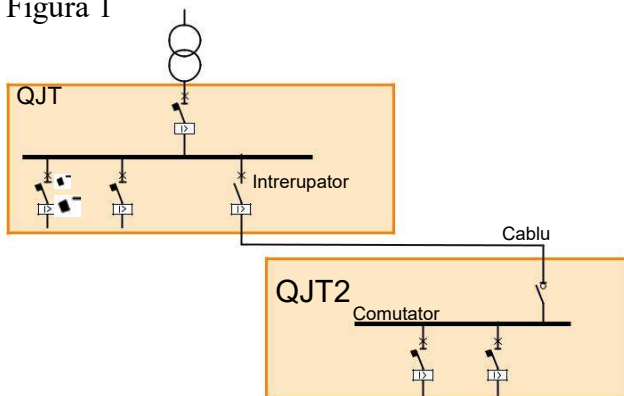
Valoarea capacității de rupere trebuie să fie pusă în legătură cu valoarea curentului de scurtcircuit la punctul de instalare al întreruptorului propriu-zis și trebuie verificată relația $I_{cu} > I_k$ sau $I_{cs} > I$

2. Coordonarea între intreruptoare și deconectoare

Deconectarea trebuie să garanteze scoaterea din funcțiune a întregii instalații sau a unei părți a acesteia, prin separarea sa în siguranță din orice sursă de alimentare, garantând astfel siguranța persoanelor care operează pe ea. Deconectarea se efectuează cu dispozitive care deschid toți polii într-o singură operație. În ceea ce privește aplicațiile VM, linia de intrare din substație poate fi prevăzută cu un întrerupător de linie și un deconector de întrerupător conectat la pământ, care sunt interconectate una cu cealaltă; acestea sunt utilizate, în cazul operațiunilor de întreținere, pentru a pune automat pe pământ linia din amonte când se deschide separatorul de linie.

Pe partea JT, separatorul de comutare ar putea fi elementul de intrare într-un tablou de distribuție secundar, așa cum este reprezentat în figura. Deconectorul este un echipament de comutare care, în poziția sa deschisă, garantează o anumită distanță de izolare între contacte. În general, separatorul de întrerupere este adecvat pentru deschiderea sau închiderea circuitelor în care există mici curenți - sau totuși curenții din ordinea curentului nominal al dispozitivului - și nu este prevăzut cu o protecție de protecție

Figura 1



Deoarece separatorul de întrerupere nu este prevăzut cu un dispozitiv care operează deschiderea acestuia, este necesar să existe un dispozitiv de protecție, de exemplu un întrerupător de circuit pentru a proteja integritatea întrerupătorului în caz de scurtcircuit. În cazul scurtcircuitului, acest lucru înseamnă că fenomenele electrice care afectează separatorul de întrerupere și condiționate de comportamentul întreruptorului trebuie să reziste și la întrerupătorul separat.

3. Exemplu de studiu al unei rețele MT / JT

Mai jos este un exemplu de modul în care se poate efectua analiza unei instalații MT / JT pentru a evalua parametrii principali ai rețelei și pentru a selecta întreruptoarele pentru protecția și manevrarea adecvată a instalației, cu referire la protecție selectivitate.

Descrierea caracteristicilor instalației:

Rețea de distribuție: tensiune nominală $V_{1n} = 20$ kV, curent de scurtcircuit de 20 kV $I_{kMV} = 12,5$ Ka

Transformator substație cu următoarele date: tensiunea nominală primară: $V_{1n} = 20$ kV, tensiune nominală secundară: $V_{2n} = 400$ V, putere nominală: $S_{nTR} = 800$ KVa, tensiunea nominală la scurtcircuit: $v_{k\%} = 5\%$

O instalație furnizează în mod normal alimentare pentru sarcini diferite; pentru a simplifica și a finaliza tratamentul acestui subiect, se iau în considerare următoarele tipuri de sarcini:

O sarcină pasivă L cu: putere nominală $P_{nL} = 300$ Kw, factorul de putere $\cos\phi = 0,8$

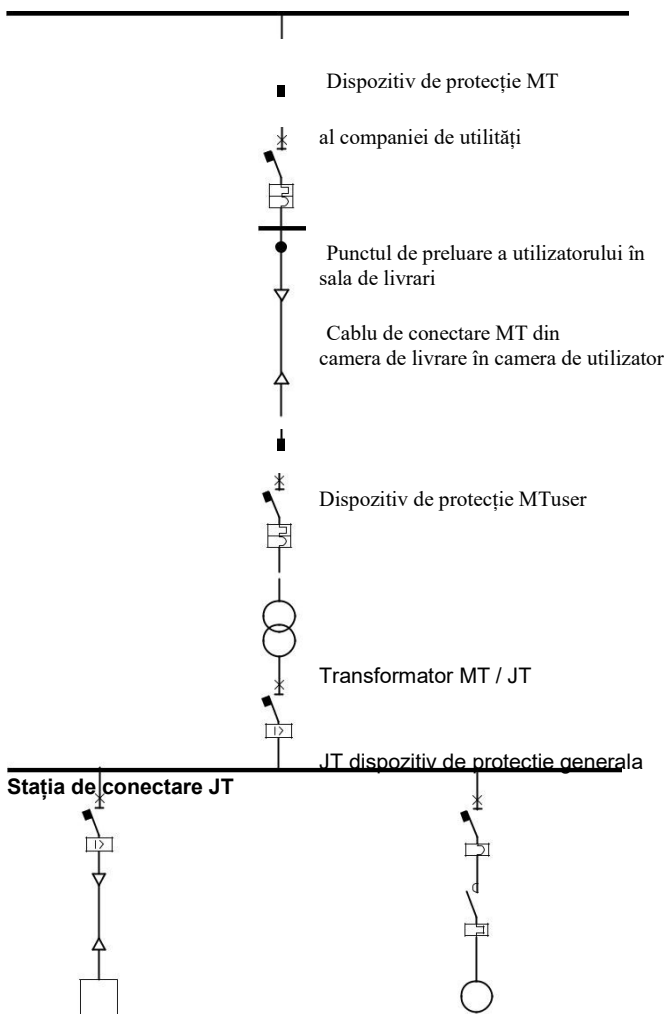
Furnizat de un cablu C având următoarele caracteristici: formarea $2 \times (3 \times 240) \text{ mm}^2$, capacitatea cablului $I_{Iz} = 590$ A, lungimea $L_C = 15$ m

O sarcină activă M (motor asincron trifazat) cu: putere nominală $P_{nM} = 90$ Kw, coeficient $\eta \times \cos\phi = 0,8$ (randament per factor de putere)

Schema instalației analizate este:

Linia MT a companiei de utilități

Figura 2



Pentru a verifica cât mai bine posibilitățile de declanșare a protecțiilor, caracteristicile electrice ale diferitelor componente ale instalației studiate sunt analizate în cele ce urmează.

Rețea de distribuție:

Pornind de la sursa de alimentare electrică, adică din rețeaua electrică de 20kV deținută de compania de utilități și având propriul său dispozitiv de protecție MT, caracterizată de curbe independente de declanșare în timp cu două etape, se pot presupune următoarele valori ipotetice, dar realiste pentru protecția al companiei de utilități la 20kV:

	Curent maxim	
Protectii	51 (primul prag)	50 (al doilea prag)
Țimp de eliminare a erorilor	< 0.5s	< 0.25s
Valori de setare actuale	< 72A	< 400A
	Secvență maximă secvență zero	
Protectii	51N (primul prag)	
Țimp de eliminare a erorilor	< 0.12s	
Valori de setare actuale	< 4A	

Transformator:

Cel de-al doilea element care afectează parametrii electrici ai instalației, mai ales pe partea JT, este transformatorul de 800kVA, care are următoarele valori actuale

- curent nominal nominal (partea 20kV): $I_{1n} = \frac{S_{nTR}}{\sqrt{3} \cdot V_{1n}} = \frac{800 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 1000} = 23.1 \text{ A}$

- curent nominal secundar (partea 400V): $I_{2n} = \frac{S_{nTR}}{\sqrt{3} \cdot V_{2n}} = \frac{800 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1155 \text{ A}$

Prin formule practice și rapide (de exemplu prin asumarea rețelei de VM pe partea de sarcină cu putere de scurtcircuit infinită), care oferă rezultate acceptabile ca o primă aproximare și care sunt utile pentru evaluarea intensității curenților care sunt într-adevăr prezenți în instalație și dimensionarea dispozitivelor de protecție, se pot calcula curenții de scurtcircuit:

- curent trifazic de scurtcircuit pe partea secundară (partea 400V):

$$I_{2k3F} = \frac{S_{nTR} \cdot 100}{V_k\%} \cdot \frac{1}{\sqrt{3} \cdot V_{2n}} = \frac{800 \cdot 1000}{5} \cdot 100 \cdot \frac{1}{\sqrt{3} \cdot 400} = 23 \text{ kA}$$

La acest curent trifazat de scurtcircuit exprimat ca r.m. simetrice valoare, asociază și un factor de putere la scurtcircuit $\cos\phi_k = 0,35$ și valoarea maximă relevantă egală cu 43,6kA.

- curent trifazat de scurtcircuit legat de partea VM din cauza unei defecțiuni pe partea VS

$$I_{1k3F} = \frac{S_{nTR} \cdot 100}{V_k\%} \cdot \frac{1}{\sqrt{3} \cdot V_{1n}} = \frac{800 \cdot 1000}{5} \cdot 100 \cdot \frac{1}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 100} = 462 \text{ A}$$

Funcționarea transformatorului poate fi reprezentată prin curba de magnetizare și prin capacitatea maximă de rezistență la scurtcircuit considerată din punct de vedere termic.

Capacitatea de rezistență la scurtcircuit considerată din punct de vedere termic poate fi exprimată așa cum este indicat în standardul IEC 60076-5 ca capacitatea transformatorului de a rezista timp de 2 secunde curentul de scurtcircuit al transformatorului în sine.

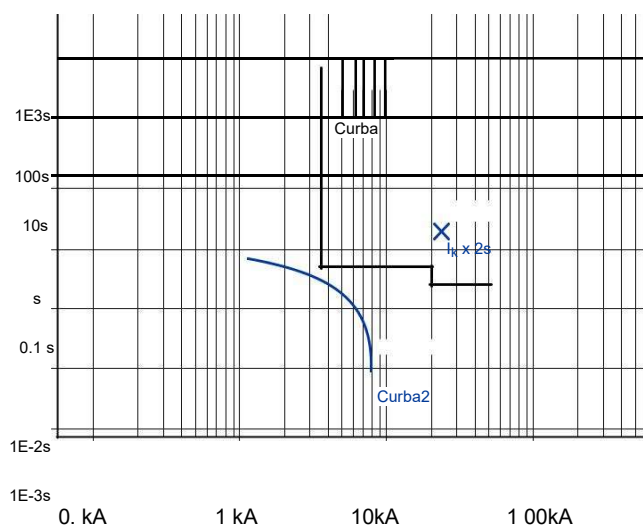
În figura 3 există o reprezentare a diagramei timp / curent cu următoarele curbe:

Curba 1: curba de declanșare a protecției la supracurent MT;

Curba 2: curba caracteristică a parametrilor electrici ai transformatorului descris mai sus.

Toate curbele sunt reprezentate la tensiunea de referință de 400V a JT; în consecință, valorile curente legate de tensiunea de 20 kV a părții VM trebuie multiplicat cu raportul de transformare 20000V / 400V.

Figura 3



Sarcina pasivă L:

$$- \text{curentul nominal al sarcinii: } I_{nL} = \frac{P_{nL} * 1000}{\sqrt{3} * V_{2n} * \cos\varphi} = \frac{300 * 1000}{\sqrt{3} * 400 * 0.8} = 541A$$

Încărcătură activă M:

$$- \text{curentul nominal al motorului: } I_{nM} = \frac{P_{nM} * 1000}{\sqrt{3} * V_{2n} * \eta * \cos\varphi} = \frac{90 * 1000}{\sqrt{3} * 400 * 0.8} = 160A$$

$$- \text{curentul de scurtcircuit al motorului: } I_{kM} = 4 * I_{nM} = 4 * 160 = 640A$$

Dispozitiv de protecție MT al utilizatorului (MTuser)

Protecția la supracurent pe partea VM a utilizatorului are de obicei două praguri de declanșare:

- una cu curenți redus și care poate fi identificată cu protecția la suprasarcină, indicată și cu I >>
- cealaltă cu curenți mari și care poate fi identificată cu protecție la scurtcircuit, indicată și cu I >>>

Valorile de setare ale curenților și ale timpilor pentru fiecare prag trebuie să fie stabilite, ori de câte ori este posibil, la un nivel inferior protecției societății de utilități; este de asemenea important să nu rămâneți "prea scăzut cu setările", astfel încât să nu existe intersecții cu curba de magnetizare a transformatorului, astfel încât să nu existe o cădere când transformatorul însuși este pus în funcțiune și astfel încât spațiul pentru poziționare din curbele de declanșare ale protecției VS rămâne liberă.

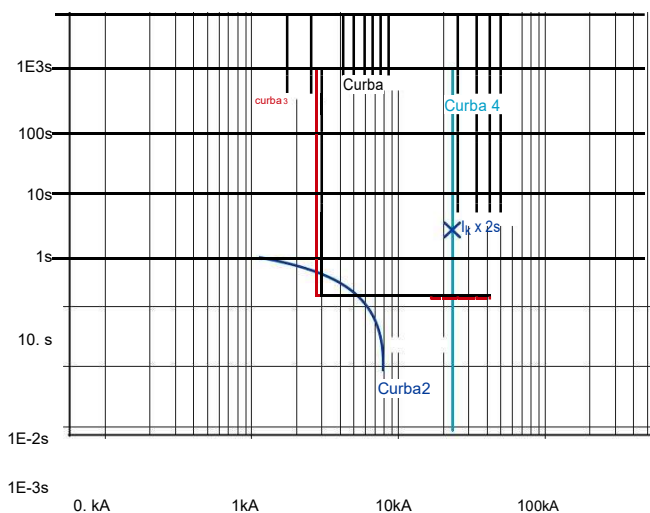
Desigur, acest lucru înseamnă că dispozitivul de protecție MTuser trebuie să fie selectiv în amonte față de protecția de acolo a companiei de utilități și în aval cu protecția generală a VS, garantând și funcțiile de protecție din propria sa competență.

În general, la cele două praguri identificate anterior pentru protecția MTuser pot fi atribuite următoarele funcții de protecție:

- protecția împotriva supraîncălzirii transformatorului, care nu este absolut necesară dacă este furnizată deja de întrerupător pe partea JT sau de alte dispozitive dedicate, cum ar fi de exemplu un echipament termometric care controlează temperatura din interiorul mașinii prin sonde termice;
- protecția împotriva scurtcircuitelor pe secundarul transformatorului de pe partea de alimentare a dispozitivului de întrerupere a circuitelor de joasă tensiune;
- protecția împotriva scurtcircuitului din partea VM a utilizatorului, cu declanșare instantanee;
- protecția împotriva supraîncălzirii cablului care constituie legătura dintre punctul de preluare din camera de livrare și dispozitivul de protecție MTuser.

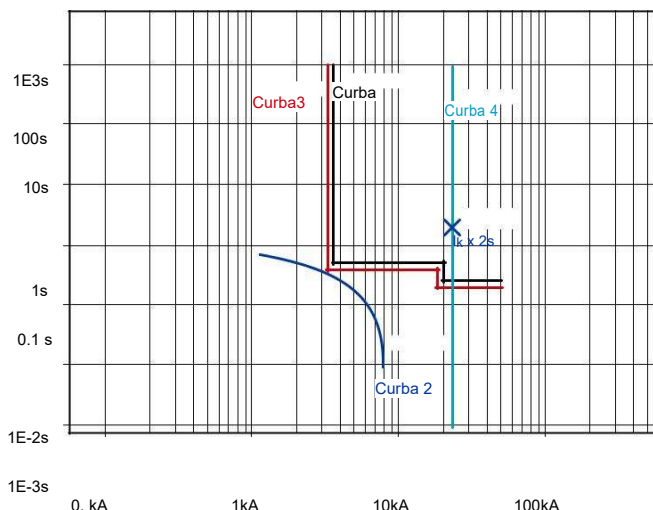
Încercând să respectați condițiile descrise mai sus, aici este o indicație a valorilor care trebuie stabilite pentru dispozitivul de protecție MTuser. Valorile selectate pot fi următoarele și formează curba 3 reprezentată în diagrama din Figura 4. Prag cu curenți slabi I > 65A - 0.4s legate de 20kV care corespunde pragului de $65 \times 20000 / 400 = 3250A$, cu curenți mari I >>> 360A - 0,2s legat de 20kV care corespunde cu $360 \times 20000 / 400 = 18kA$.

Figura 4



În legătură cu curbele dispozitivelor de protecție și a curenților lor de scurtcircuit relevanți, se obține diagrama din Figura 5, unde curba 4 reprezintă valoarea curentului de scurtcircuit, pe partea JT, care afectează dispozitivele VM.

Figura 5



Din cursul curbelor de timp / curenți rezultă că:

- curbele de declanșare ale dispozitivului societății de utilități (curba 1) și ale utilizatorului (curba 2) nu se suprapun pe întreaga gamă de curenți și în special în corespondența cu curenții de scurtcircuit pe partea secundară a înfășurării (curba 4); prin urmare, fără a lua în considerare toleranțele de declanșare tipice fiecărui dispozitiv, este posibil să se precizeze că, în exemplul dat, selectivitatea este garantată între cele două dispozitive. Dacă nu există nici o selectivitate, cei doi întrerupătoare de circuit MT s-ar deschide simultan, iar întrerupătorul de circuit MT al companiei de utilități va reporni serviciul prin reînchiderea rapidă, rămânând închis, deoarece între timp defecțiunea a fost stinsă prin deschiderea întrerupător MTuser.

- ambele întrerupătoare MT nu intersectează curba de magnetizare a transformatorului.

Datorită acestor considerente, curbele de protecție MT pot fi ținute în mod corespunzător și apoi este posibil să se procedeze cu selectarea și setarea dispozitivelor de joasă tensiune.

Dispozitiv de protecție generală JT

Cu referire la valorile curenților de scurtcircuit definiți anterior ($I_{2k3F} = 23\text{kA}$, $i_p = 43.6\text{kA}$) și la curenții secundari al transformatorului ($I_{2n} = 1155\text{A}$), întrerupătorul general de joasă tensiune trebuie să aibă:

- o capacitate de rupere "Icu" legată de tensiunea pe partea JT, mai mare decât r.m.s. valoarea curenților de scurtcircuit pe bara de bare JT ($I_{cu} > I_{2k}$);

- o capacitate de "Icm" mai mare decât valoarea de vârf a curenților de scurtcircuit pe bara de bare NN ($I_{cm} > i_p$);

- un curenți "Iu" neîntrerupt, adecvat pentru curenții maxim al instalației, care coincide cu curenții nominal al înfășurării secundare a transformatorului;

- o dimensiune care, prin setări corespunzătoare, garantează selectivitatea cu dispozitivul de protecție MT în amonte și cu întrerupătoarele prevăzute pentru sarcinile din aval.

Cu referire la parametrii electrice astfel calculați, întrerupătorul care ar putea fi utilizat ar putea fi un întrerupător de circuit Tmax T7S1250 PR332-LSI In1250 cu $I_{cu} = 50\text{kA}$ la 400V și $I_{cm} = 105\text{kA}$.

Dispozitiv de protecție pentru sarcina pasivă L. Selecția acestui dispozitiv se face făcând referire la:

- valoarea curenților de scurtcircuit la punctul de instalare; deoarece limitarea impusă de cablu este neglijabilă, se ia în considerare valoarea de scurtcircuit a barei de înaltă tensiune, fără a ține seama de limitarea cablului.

Prin urmare, $I_{2k3F} = 23\text{kA}$ și I_{cu} trebuie să fie $> I_{2k3F}$;

- un curenți nominal neîntrerupt, "Iu", adecvat pentru curenții maxim de sarcină;

- o dimensiune care, prin setări corespunzătoare, permite obținerea protecției cablului:

- against overload $I_{\beta} < I_1 < I_Z$

- against short-circuit $K^2 S^2 \geq I^2 t$

Bibliografie

1. Dumitru Asandei, *Protecția sistemelor electrice*, Editura Matrix Rom, București, 2014.
2. Dușa, V., *Sisteme moderne pentru comanda și controlul funcționării rețelelor electrice*, Editura Politehnica Timișoara, 2006.
3. Ignat, J., Cătălin, G., *Rețele electrice de joasă tensiune*, Editura Matrix Rom, București, 2004.