

CONTROLUL UNEI SOLAR INTELIGENT CU AJUTORUL RELEELOR

Autor: Dan Cristian LAZĂR¹

vulcaneanul@yahoo.com

Coordonatori: Conf.univ.dr.ing. **Florin-Gabriel POPESCU²**, Conf.univ.dr.ing. **Dragoș PĂSCULESCU²**

¹*Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea Energetică industrială, Anul III*

²*Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE*

Rezumat

Un solar autonom și inteligent este mult mai mult decât o simplă seră în care să crești legume și fructe. Este un sistem care îți permite să ai control complet asupra condițiilor de creștere a plantelor, indiferent de condițiile meteorologice sau de cât de mult timp ai disponibil.

Serele autonome și inteligente sunt dotate cu senzori de umiditate care măsoară nivelul de apă din sol și activează sistemul de udare automat atunci când este necesar.

Un alt aspect important al serei autonome este monitorizarea temperaturii și umidității. Senzorii de temperatură și umiditate ajută la menținerea unui mediu optim pentru plante, ceea ce duce la o creștere mai bună și mai sănătoasă a acestora. Un alt beneficiu al serei autonome și inteligente este faptul că acestea sunt concepute să consume cât mai puțină energie.

Automatizarea a constat în controlul și monitorizarea temperaturii și a umidității interioare a solarului, precum și irigarea acestuia prin vizualizarea și afișarea parametrilor monitorizați pe ecranul smartphone-ului sau aplicației eWeLink prin intermediul unor rele smart sonoff.

Cuvinte cheie:

Releu, automatizare, aparat, comenzi, intrări.

1. Introducere

Releele Sonoff sunt dispozitive electronice controlate prin WiFi, care permit utilizatorilor să controleze dispozitivele lor de la distanță, prin intermediul unei aplicații mobile sau prin intermediul asistentului vocal. Acestea sunt fabricate de către compania ITEAD Studio și sunt disponibile în mai multe variante, inclusiv rele inteligente, prize inteligente, senzori de temperatură și umiditate, detectoare de mișcare și multe altele.

Releele Sonoff pot fi utilizate pentru a controla dispozitivele de acasă, cum ar fi iluminatul, ventilatoarele, încălzitoarele sau alte dispozitive electrice, prin intermediul aplicației mobile eWeLink. Această aplicație este disponibilă gratuit pe platformele iOS și Android și oferă o interfață simplă și intuitivă pentru a controla și programa dispozitivele Sonoff sau prin accesarea <https://web.ewelink.cc/>

Prin intermediul releelor Sonoff, utilizatorii pot crea programe de automatizare, cum ar fi oprirea automată a iluminatului la anumite ore sau în momentul în care un anumit senzor detectează mișcare. De asemenea, acestea pot fi integrate cu asistenții vocali Alexa sau Google Assistant pentru a permite controlul prin comenzi vocale.

Pentru automatizarea solarului am utilizat următoarele rele smart:

- **Sonoff Dual R3 Lite**, care este un dispozitiv controlat prin WiFi, utilizat pentru a controla două dispozitive electrice de la distanță. Una dintre caracteristicile sale importante este că poate fi utilizat pentru a controla motoare electrice cu o putere maximă de 2500W, ceea ce face posibilă automatizarea unor scenarii de utilizare mai complexe.
- **Sonoff TH Origin** utilizat pentru a controla o gamă largă de dispozitive electrice, cum ar fi iluminatul, aparatele de aer condiționat, pompele de apă sau orice alt dispozitiv electric cu o tensiune de alimentare de până la 250V și o putere de până la 2200W. De asemenea, acesta poate fi integrat cu senzori de temperatură și umiditate externe, permițând monitorizarea și controlul dispozitivelor în funcție de datele colectate de aceștia.

2. Date generale

Dispozitivele Sonoff sunt proiectate pentru a fi ușor de instalat și utilizat, fiind controlate prin intermediul aplicației mobile eWeLink. Această aplicație permite utilizatorilor să controleze dispozitivele lor Sonoff de la distanță, să programeze automatizări și să creeze scene pentru a automatiza acțiunile dispozitivelor în funcție de diferite scenarii.

Un alt avantaj al dispozitivelor Sonoff este faptul că acestea pot fi integrate cu asistenții vocali Alexa sau Google Assistant, permițând controlul dispozitivelor prin comenzi vocale. De asemenea, există și posibilitatea de a integra dispozitivele Sonoff cu alte platforme de automatizare a casei, cum ar fi IFTTT sau Node-RED.

Dispozitivele Sonoff sunt disponibile la prețuri accesibile, oferind o soluție inteligentă și ușor de utilizat pentru controlul dispozitivelor electrice de la distanță.

În acest caz am folosit 3 rele smart, 1 modul coborator tensiune reglabil, 1 Modul releu 4 canale cu optocuplor 5V, 3 module releu 2 canale cu optocuplor 5V, 2 motoare electrice de curent continuu de 12V, 1 alimentator de 12V 15A, 2 Butoane cu revenire, 4 contacte magnetice NO/NC.

3. Schema de conectare

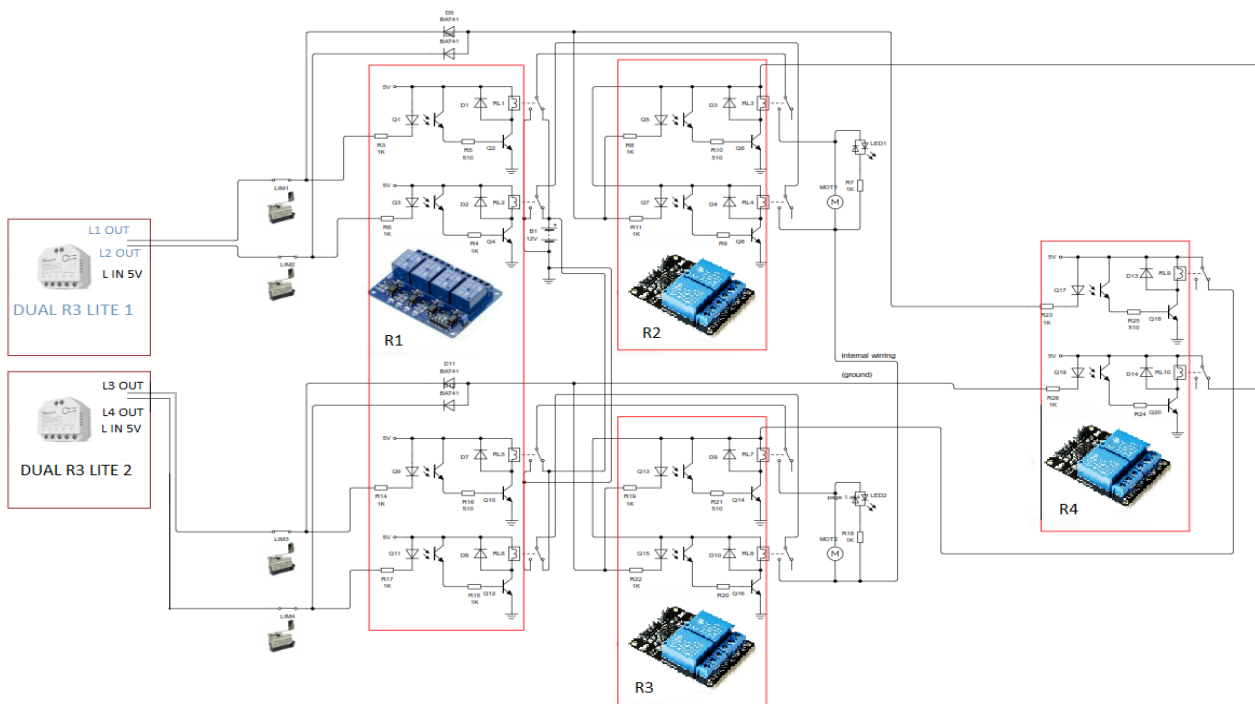


Fig.1. Schema de conectare

Tabel.1. Elemente schemei de conectare

Dispozitiv	Funcție dispozitiv
Dual R3 LITE1	Releu smart SONOFF
Dual R3 LITE2	Releu smart SONOFF
R1	Modul releu 4 canale cu optocuplor 5V
R2	Modul releu 2 canale cu optocuplor 5V
R3	Modul releu 2 canale cu optocuplor 5V
R4	Modul releu 2 canale cu optocuplor 5V
L IN	Alimentare 5V
L1 OUT	Intrare semnal canal 1
L2 OUT	Intrare semnal canal 2
L3 OUT	Intrare semnal canal 3
L4 OUT	Intrare semnal canal 4
DS BAT 1	Dioda Schottky
LIM 1	Contact magnetic 1
LIM 2	Contact magnetic 2
LIM 3	Contact magnetic 3
LIM 4	Contact magnetic 4
LED 1	LED MOTOR 1
LED 2	LED MOTOR 2
M1	Motor 1 de curent continuu de tip auto
M2	Motor 2 de current continuu de tip auto
THR320	Releu smart SONOFF temperature si umiditate
MS01	Senzor umiditate sol MS01
DS18B20	Senzor temperatura DS18B20

4. Prezentarea in detaliu a schemei de automatizare

Această automatizare constă în acționarea și controlul motoarelor în funcție de temperatura din solar cu ajutorul senzorilor de temperatură și umiditate.

Alimentarea releelor THR 320, Dual R3 LITE1 și Dual R3 LITE2 sunt alimentate cu o tensiune de 220V, pe ieșirile celor 2 relee Dual R3 LITE1 și Dual R3 LITE2 - L1 OUT, L2 OUT, L3 OUT, L4 OUT s-au legat contactele magnetice 1, 2, 3 și 4 și cele 4 intrări din R1. Am folosit aceste contacte magnetice pe post de limitatoare de cursă, iar

alimentarea motorului să fie întreruptă. Pe circuitul R1 NO/NC s-au aplicat tensiuni de alimentare de 12V 15A, iar din COM (comun) s-a plecat cu alimentarea pe circuitul deschis NO din R2 și R3. Din COM (comun) R2 s-a plecat cu alimentarea pentru Motor 1, iar din R3 cu alimentarea pentru Motor 2. R4 are rol de “izolator” deoarece prin neutilizarea lui, cele 2 motoare porneau simultan, R4 alimentează optoculturnele R2 și R3 cu tensiune de 5V. Pe intrările R2 R3 și R4 am montat 4 diode Schottky care au rolul de protecție împotriva tensiunii inverse, comutarea rapidă și demodularea.

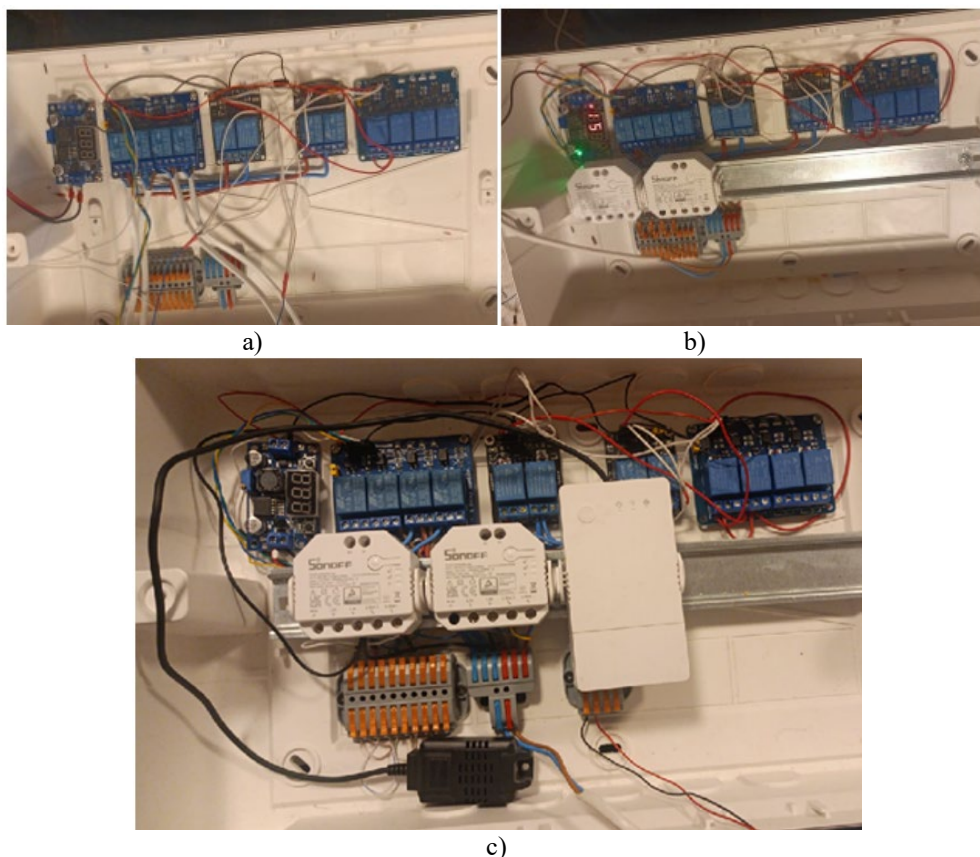


Fig.2. Schema de montaj: a) optoculturnor; b) rele smart SONOFF; c) rele smart SONOFF temperatură și umiditate

4.1. Acționarea motoarelor

Acționarea motoarelor se poate face prin accesarea aplicației eWeLink prin acționarea comenzilor de deschidere/închidere, prin acționare manuală așa cum este prezentată în figura 3, dar și automat prin crearea de scenarii inteligente în aplicația eWeLink. Motoarele sunt acționate pe deschis/închis de către (THR320), prin utilizarea senzorului de temperatură. Când temperatura în incinta solarului ajunge la 26°C, se dă comanda deschidere Motor 2 pentru un capăt, iar când temperatura ajunge la 28°C se deschide Motor 1 pentru al doilea capăt.

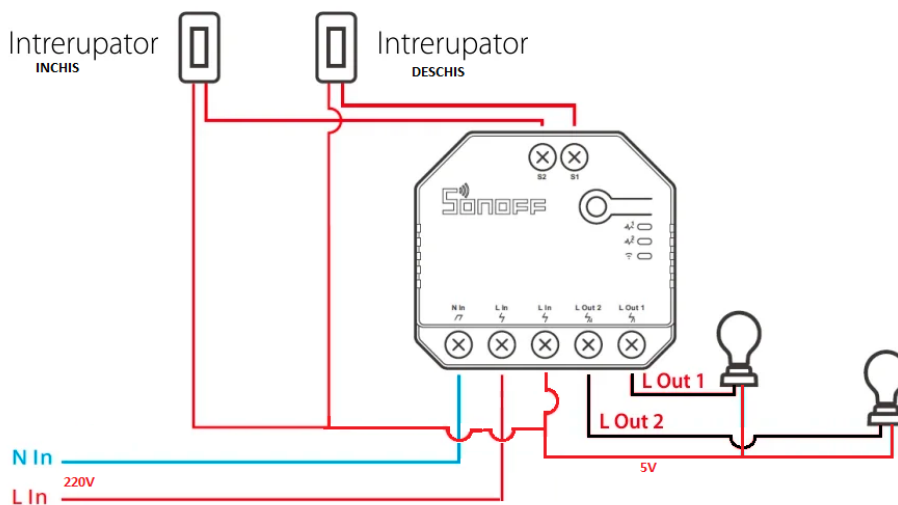


Fig.3. Diagrama conectare întrerupătoare pentru acționare manuală deschis/închis.

În figura 4 este prezentat tabloul de bord cu dispozitivele SONOFF pe care le dețin la ora actuală. Acestea pot fi redenumite în funcție de utilizare pentru o identificare mai facilă.

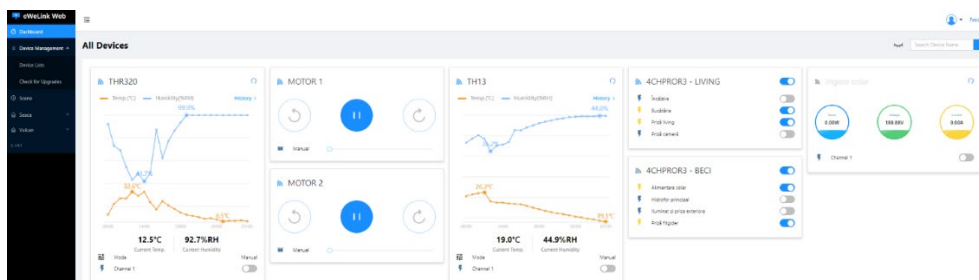


Fig.4. Tabloul de bord eWelink

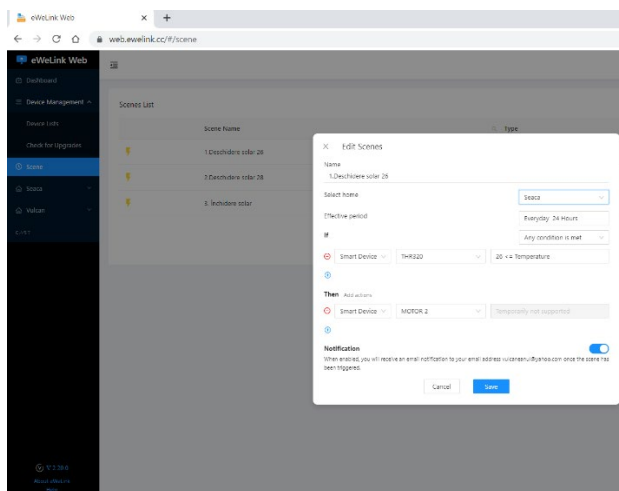


Fig.5. Scenariu deschidere partiala a solarului la temperature de 26°C

În figura 5 este prezentat scenariul de monitorizare al temperaturii în seră. Acest sistem este format dintr-un senzor de temperatură și un releu de temperatură THR320. Când temperatura atinge 26°C, releul THR320 primește un semnal de la senzor și transmite o comandă către Dual R3 LITE2 (Motor 2), care este un dispozitiv de control al motoarelor electrice.

Dual R3 LITE2 este cel care controlează deschiderea parțială a solarului. Atunci când primește semnalul de la releul THR320, Dual R3 LITE2 activează motorul 2 și deschide solarul la o poziție prestabilită controlată de un contact magnetic (LIM 3 și LIM 4).

Dacă temperatura din seră rămâne la nivelul de 26°C, solarul va rămâne deschis parțial. Dacă temperatura scade sub 24°C, atunci releul Dual R3 LITE2 va reveni la starea sa inițială, va porni închiderea solarului sau îl va menține în poziția sa actuală.

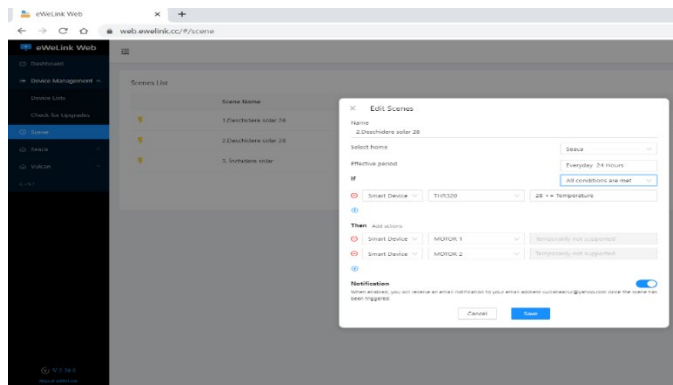


Fig.6. Scenariu deschidere totală a solarului la temperature de 28°C

În figura 6 este prezentat un alt scenariu pentru monitorizarea temperaturii într-o seră prin deschiderea totală a solarului atunci când temperatura ajunge la 28°C. Releul THR320 primește semnal de la senzor și transmite o comandă către Dual R3 LITE1 și Dual R3 LITE2, care sunt dispozitivele de control al motoarelor electrice. Acestea vor trimite

comanda de deschidere (Motor 1) și (Motor 2 în cazul în care condiția precedentă nu a fost îndeplinită). Deschiderea totală a solarului este controlată de contactele magnetice pe post de limitatoare (LIM 1 și LIM 2). De asemenea, am activat și setarea de notificare, astfel încât aplicația să trimită o notificare pe telefon atunci când comanda de deschidere/închidere este executată.

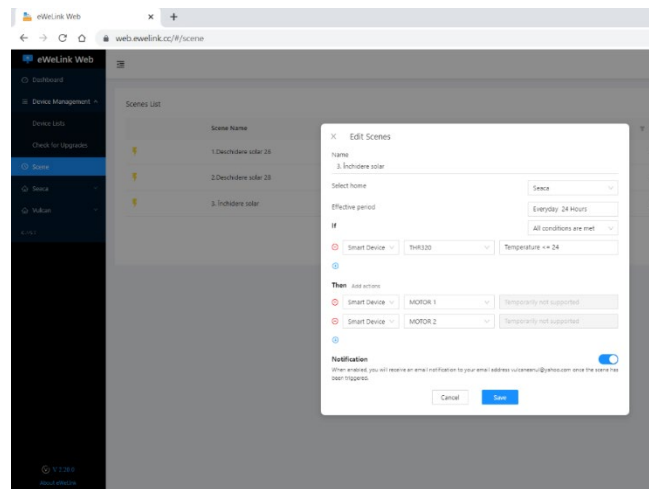


Fig.7. Scenariu închidere solar când temperatura este sub 24°C

În figura 7 este prezentat un scenariu de monitorizare a temperaturii invers față de cel prezentat în figura 6, mai exact, când temperatura scade sub 24°C, THR320 trimite comanda de închidere către Dual R3 LITE1 (Motor 1) și Dual R3 LITE2 (Motor 2). Dacă capetele solarului sunt închise, atunci motoarele nu vor executa comanda de închidere datorită contactelor magnetice folosite pe post de limitatoare de cursă.

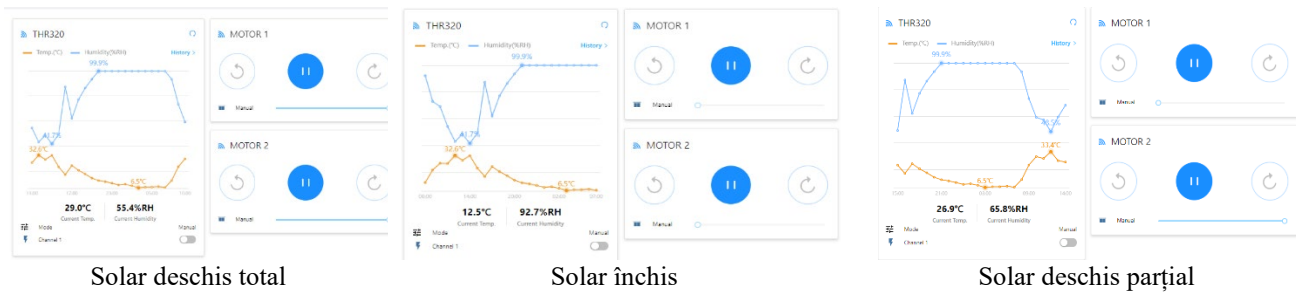


Fig.8. Prezentare grafic al solarului când este deschis/închis.

4.2. Acționarea pompei de irigație în funcție de umiditate

Pe bornele releului THR320 se pot lega diverse dispozitive electrice, cum ar fi un calorifer electric, centrala termică, pompă de irigație, etc. Când nivelul de umiditate al solului ajunge la valoarea setată, senzorul MS01 va porni sistemul de udare conectat, care se va opri/porni automat.

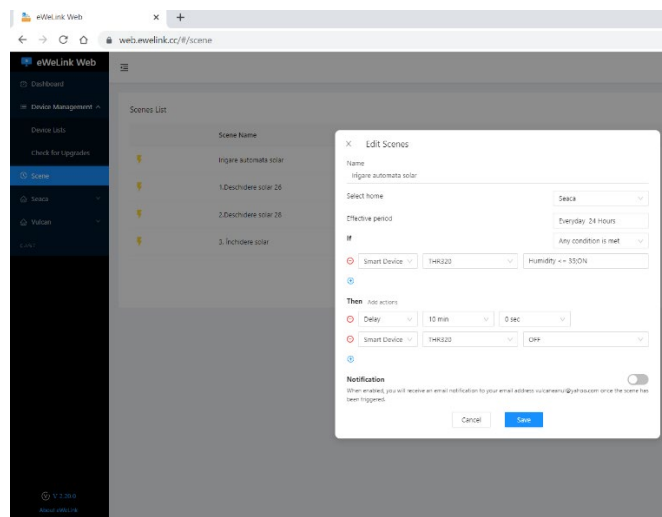


Fig.8. Scenariu irigație

În figura 8 s-a realizat un scenariu pentru irigarea solarului atunci când umiditatea solului scade sub 35%. Releul intern al THR320 închide circuitul iar pompa de udare pornește pentru o perioadă de 10 minute, după care se oprește.

O idee interesantă este ca pe viitor să folosesc releuri cu circuite NO/NC și senzori meteorologici pentru a controla închiderea/deschiderea solarului în funcție de condițiile meteorologice din exterior. Acest sistem va fi util pentru a proteja solarul împotriva condițiilor meteorologice severe și pentru a preveni deteriorarea acestuia.

Pentru a implementa acest sistem, va trebui să achiziționez un anemometru și un senzor de direcție, care să fie conectați la un microcontroler sau la o placă Arduino. Senzorii ar trebui să trimită semnale către microcontroler sau placa Arduino, care să interpreteze semnalele și să ia decizii în funcție de acestea.

Relele cu circuite NO/NC ar trebui să fie conectate la motorul solarului și la alimentarea acestuia. Acestea vor controla închiderea/deschiderea solarului în funcție de semnalele primite de la senzorii meteorologici. De exemplu, dacă senzorul de vânt detectează o viteză a vântului prea mare, solarul va fi închis automat prin intermediul releului.

5. Concluzii

În concluzie, relele Sonoff sunt o soluție excelentă pentru a automatiza și a controla dispozitivele de la distanță, iar utilizarea lor este ușoară și accesibilă.

Printre avantajele utilizării releelor Sonoff se numără:

Control convenabil - Relele Sonoff îți permit să controlezi dispozitivele de la distanță, prin intermediul unei aplicații mobile. Acest lucru este foarte convenabil, mai ales dacă dorești să controlezi dispozitivele tale de la distanță sau dacă te afli într-o altă locație.

Economisirea energiei - Prin utilizarea releelor Sonoff, poți economisi energie prin oprirea dispozitivelor atunci când nu sunt utilizate. De exemplu, poți programa releul să oprească iluminatul atunci când pleci de acasă și să-l repornească când te întorci.

Siguranță - Relele Sonoff îți permit să controlezi dispozitivele în mod sigur, prin intermediul unei conexiuni WiFi. Acest lucru îți oferă controlul asupra dispozitivelor, chiar și atunci când nu te afli în locația respectivă.

Compatibilitate - Relele Sonoff sunt compatibile cu o varietate de dispozitive, inclusiv cu Amazon Alexa și Google Assistant. Acest lucru îți permite să controlezi dispozitivele prin intermediul comenzilor vocale, ceea ce este foarte convenabil.

Pe de altă parte, există și unele dezavantaje ale utilizării releelor Sonoff:

Dependența de conexiunea WiFi - Pentru a controla dispozitivele cu ajutorul releelor Sonoff, este necesar să ai o conexiune WiFi stabilă. Dacă conexiunea este slabă sau se întrerupe, poți avea dificultăți în a controla dispozitivele.

Riscul de securitate - Deoarece conexiunea este realizată prin intermediul WiFi-ului, există riscul ca dispozitivele tale să fie expuse unor atacuri cibernetice. Este important să asiguri o conexiune sigură și să protejezi dispozitivele împotriva atacurilor cibernetice.

Costul - Relele Sonoff pot fi mai costisitoare decât alte opțiuni de control al dispozitivelor electrice. Însă, trebuie să ții cont că acestea oferă o gamă mai largă de opțiuni și o mai mare flexibilitate în controlul dispozitivelor. În concluzie, utilizarea releelor Sonoff poate fi o opțiune excelentă pentru a controla dispozitivele electrice de la distanță, oferind un control convenabil și sigur. Este important să ții cont de avantajele și dezavantajele asociate cu utilizarea acestora și să iei măsuri de securitate adecvate pentru a proteja dispozitivele tale împotriva atacurilor cibernetice.

Este, de asemenea, important să alegi o conexiune WiFi stabilă și să configurezi corect releul Sonoff pentru a evita problemele legate de controlul dispozitivelor. În general, releul Sonoff poate fi o soluție excelentă pentru a automatiza controlul dispozitivelor electrice din locuința ta, oferind un nivel ridicat de control și conveniență.

În final, un astfel de sistem va fi util pentru a proteja solarul împotriva condițiilor meteorologice severe și pentru a preveni deteriorarea acestuia.

Este important să se urmeze toate instrucțiunile de instalare prezentate de către producător și să luați în considerare factorii de siguranță. Asigurați-vă că instalarea este făcută într-un dispozitiv cu protecție IP65 și că toate cablurile sunt izolate corespunzător pentru a evita orice fel de accidente.

Bibliografie

1. Oprea C., Reglarea automată. Teorie și aplicații, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2003.
2. Popescu F.G., Marcu M.D., Electronică de putere, Editura Universitat, Petroșani, 2021.
3. Samoilă L., Uțu I., Senzori și transductoare. Principii de funcționare. Editura Universitat, Petroșani, 2010.
4. Vaida V., Politici, strategii, dezbateri, Editura Agir, București, 2015.
5. *** Nicu Florica Blog. *** <http://nicuflorica.blogspot.com/>

STUDIUL REGIMURILOR DE FUNCȚIONARE ALE TRANSFORMATOARELOR DE PUTERE

Autori: Marcela DRĂGHILĂ¹
marcela_draghila@yahoo.com

Coordonatori: Conf.univ.dr.ing. Florin-Gabriel POPESCU², Asist.univ.dr.ing. Teodora LAZĂR²

¹Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea Energetică industrială, Anul III

²Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE

Rezumat

În această lucrare sunt prezentate schemele electrice echivalente și ecuațiile care descriu regimurile de funcționare ale transformatoarelor de putere. Transformatoarele de putere trifazate se utilizează în sistemul energetic cu scopul de a modifica tensiunea la care se transportă, distribuie sau consumă energia electrică.

Cuvinte cheie:

Transformator, funcționare, electrice, armonici, gol.

2. Introducere

Transformatorul reprezintă un caz particular al mașinilor electrice, neavând elemente în mișcare, rolul său fiind acela de a transfera energia electrică primită de o înfășurare numită primară, care este o înfășurare receptoare de energie electrică, la o altă înfășurare (sau alte înfășurări) numită secundară care este sursă de energie electrică, cele două înfășurări fiind separate electric, dar cuplate magnetic.

Transferul energiei se realizează pe baza fenomenului de inducție electromagnetică, tensiunea celor două înfășurări de obicei diferă dar poate să fie aceeași, frecvența rămâne însă întotdeauna aceeași.

Sunt considerate transformatoare de putere acele transformatoare trifazate a căror putere aparentă este de minim 6 kVA.

Producerea energiei electrice se realizează în cea mai mare parte cu ajutorul generatoarelor sincrone. Tensiunea la care acestea livrează energia este limitată de posibilitățile de realizare a înfășurărilor astfel că în general aceasta este de până la 10 sau maxim 24kV.

Transportul energiei electrice este cu atât mai avantajos cu cât tensiunea este mai ridicată deoarece la o aceeași putere va rezulta un curent mai mic respectiv pierderi de energie mai mici, acestea fiind direct proporționale cu pătratul curentului. Din acest motiv imediat după ce are loc producerea energiei electrice sunt utilizate transformatoare ridicătoare de tensiune care vor fi intercalate între generator și rețeaua electrică de transport.

Odată ajunsă la destinație, energia electrică trebuie din nou modificată în sensul coborârii tensiunii deoarece din motive tehnice de siguranță distribuția se realizează la tensiuni mai mici decât cele la care se transportă. Astfel că în schemă apar din nou transformatoarele care de această dată sunt coborâtoare de tensiune.

În continuare, consumul de energie electrică se realizează în general la tensiuni mai mici decât cele la care se realizează distribuția, motiv pentru care în posturile de transformare, prin intermediul transformatoarelor coborâtoare are loc o altă modificare a tensiunii electrice.

În funcție de cum se modifică tensiunea electrică, raportul de transformare al transformatoarelor, definit ca raportul dintre tensiunea de linie la bornele de intrare și cea la bornele de ieșire, poate să fie supraunitar (transformatoare coborâtoare) sau subunitar (transformatoare ridicătoare). O categorie aparte o constituie transformatoarele de putere separate a căror raport de transformare este unitar.

Orice transformator este inversabil, adică poate fi alimentat atât la bornele de înaltă tensiune cât și la bornele de joasă tensiune, condiția care trebuie respectată este aceea ca tensiunea din rețeaua de alimentare să nu depășească tensiunea nominală a înfășurării alimentate.

2. Regimurilor de funcționare ale transformatoarelor

Toate măsurătorile efectuate în laborator au fost realizate pe un transformator trifazat cu conexiunile și grupa Dyn-5, având tensiunile 3x380 V, puterea 7500 VA, miezul magnetic cu trei coloane coplanare. Pentru studiu au fost utilizate aparate de măsură electronice profesionale, un aparat FLUKE 435 cu clești ampermetrici de 5A, respectiv un osciloscop cu două canale, sondă diferențială, clește ampermetric și funcție înregistratoare.

2.1. Regimul staționar de mers în gol

Pentru acest regim s-au înregistrat cu ajutorul aparatului Fluke, tensiunile și curenții luați la mersul în gol de către transformator.

Așa cum ne așteptăm și cum se va observa din figurile următoare, curentul de mers în gol de pe faza aflată pe coloana din mijloc este mai mic decât de pe fazele aflate pe coloanele marginale.

Următorul lucru care se poate clar evidenția este faptul că la mersul în gol pentru acest tip de transformator, deși tensiunile sunt aproximativ sinusoidale și echilibrate (Fig.1 și Fig.2), curenții au un important conținut de armonici superioare (în special de ordinul trei și cinci, Fig.2, Fig.3 și Fig.4), precum și o componentă continuă, datorate neliniarității pronunțate a materialului circuitului magnetic în acest regim de funcționare.

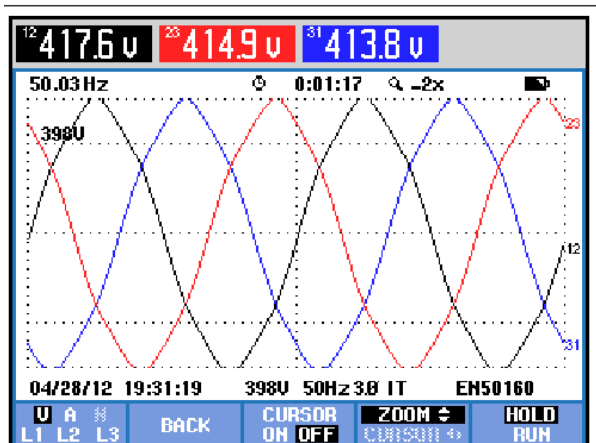


Fig.1. Tensiunile la mersul în gol

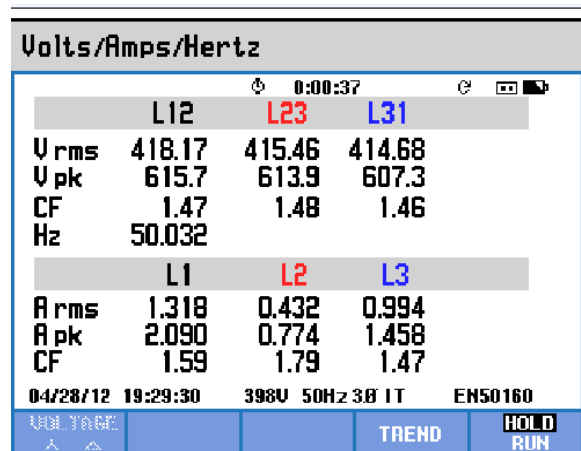


Fig.2. Tensiunile, curenții, frecvența la mersul în gol

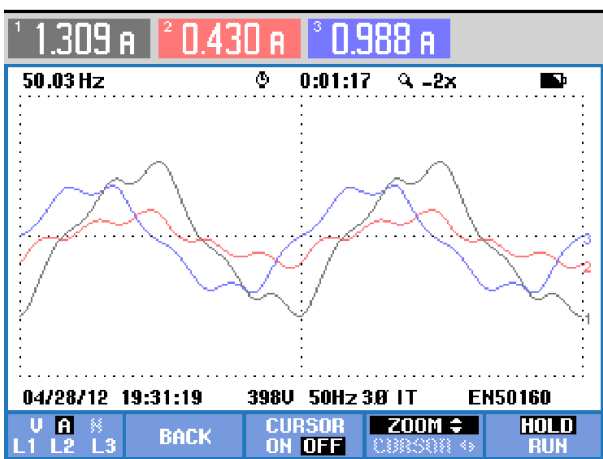


Fig.3. Curenții la mersul în gol

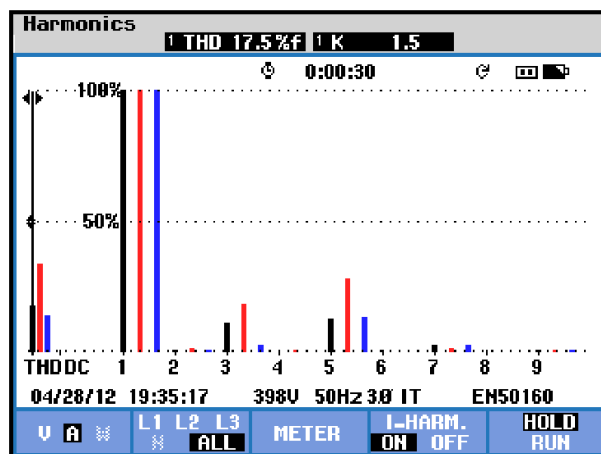


Fig.4. Armonicile superioare

Curentul și tensiunea pe fiecare linie care alimentează înfășurarea primară a transformatorului sunt prezentate în Fig.5, Fig.6 și Fig.7.

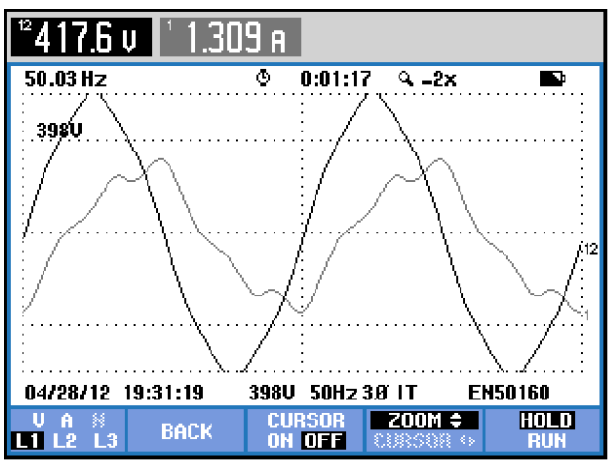


Fig.5. Curentul și tensiunea pe fiecare fază 1

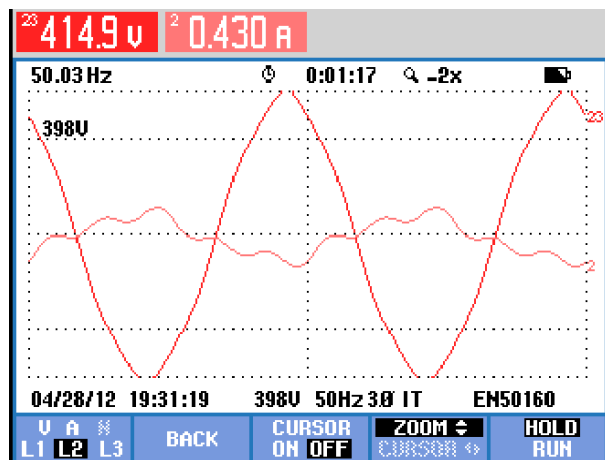


Fig.6. Curentul și tensiunea pe fiecare fază 2

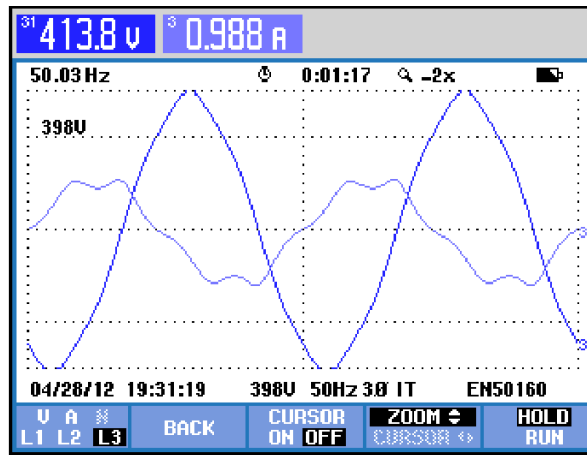


Fig.7. Curentul și tensiunea pe faza 3

2.2. Regimul de funcționare în sarcină dezechilibrată

Pentru a studia regimul de funcționare în sarcină dezechilibrată s-a cuplat în secundarul transformatorului o sarcină monofazată, alimentată între o fază și nul. Curenții de linie luați din rețea în acest caz sunt prezentați în Fig.8.

În mod normal într-o astfel de situație, pentru un transformator de tipul celui studiat, solenația produsă de curentul din secundar al fazei încărcate este compensată de solenația produsă de curentul primar ce trece prin faza omoloagă și se închide prin cele două linii între care este alimentată această fază.

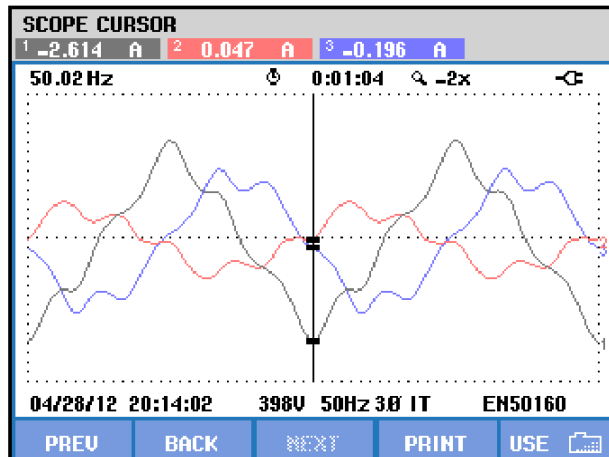


Fig.8. Curenții de linie la funcționare în sarcină dezechilibrată

2.3. Regimul tranzitoriu de cuplare în gol la rețea

Pentru acest regim, curentul tranzitoriu de cuplare la rețea poate să fie de câteva ori mai mare decât curentul nominal al transformatorului. În Fig.9 sunt prezentați curenții de linie înregistrați cu aparatul Fluke 435, la cuplarea în gol la rețea a transformatorului studiat.

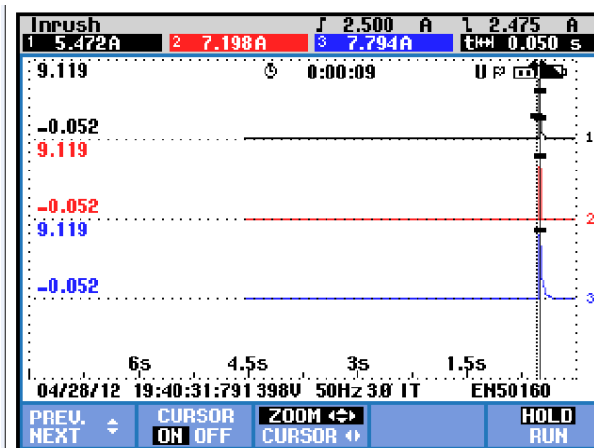


Fig.9. Curenții de linie la cuplarea în gol la rețea

Pentru a se putea înregistra atât tensiunea cât și curentul pe una din fazele transformatorului, s-a utilizat osciloscopul MTX cu două canale pe modul de înregistrare.

Acest osciloscop permite înregistrarea mărimilor tranzitorii și exportarea datelor într-un format Excel de unde pot fi pe urmă prelucrate.

Pentru trei situații oarecare de cuplare în gol a transformatorului la rețea, înregistrările realizate sunt prezentate în Fig.10, Fig.11 și Fig.12.

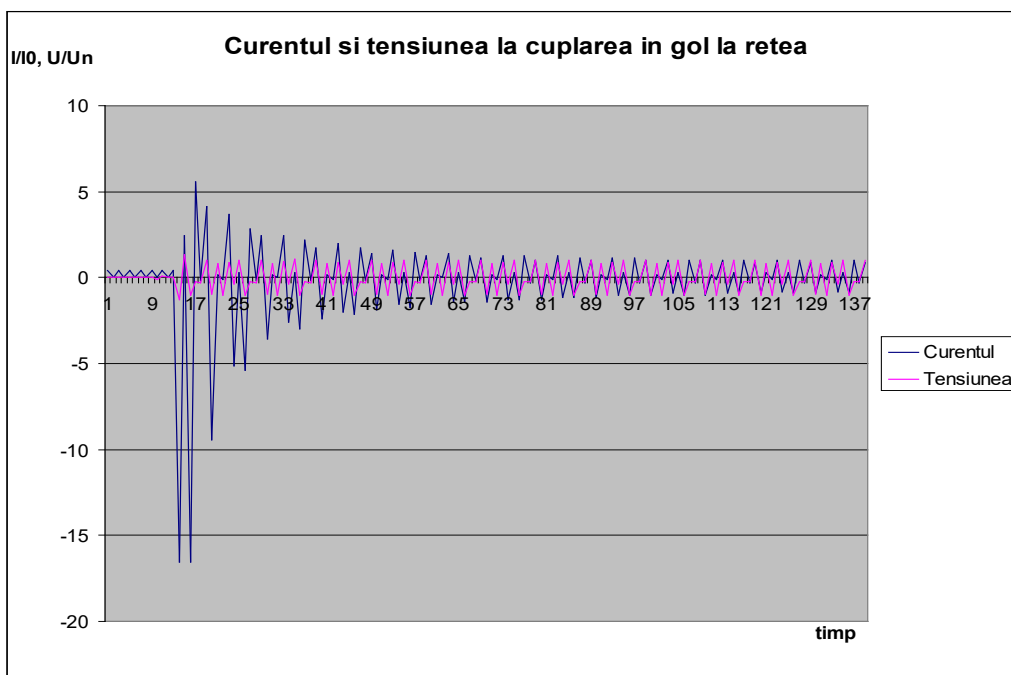


Fig.10. Curentul și tensiunea la cuplare în gol la rețea

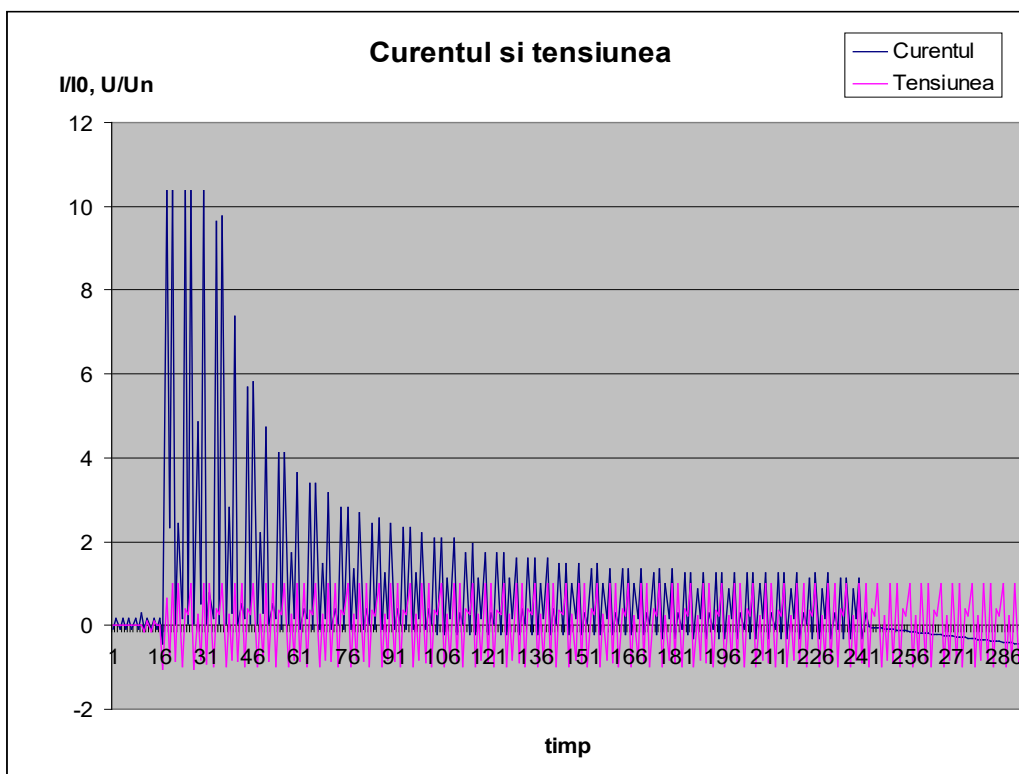


Fig.11. Curentul și tensiunea la cuplare în gol la rețea

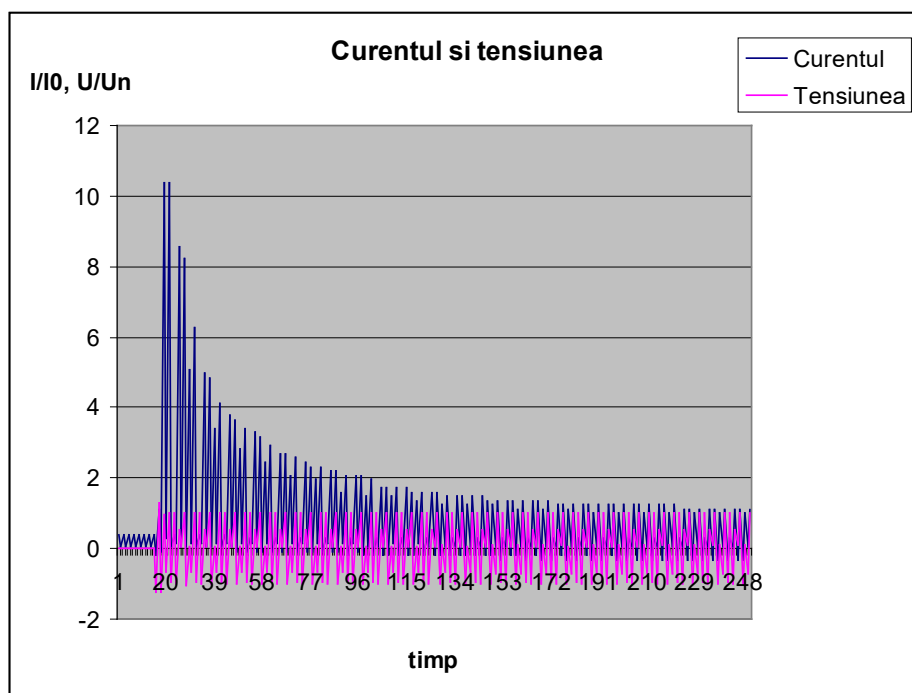


Fig.12. Curentul și tensiunea la cuplare în gol la rețea

2.4. Regimul de scurtcircuit brusc

Înregistrările pentru regimul de scurtcircuit brusc au fost realizate la o tensiune mai mică decât cea nominală și anume la tensiunea nominală de scurtcircuit. S-a procedat în acest fel deoarece s-a dorit protejarea transformatorului, urmărindu-se nu atât valoarea maximă a curentului ci mai ales forma de variație în timp a acestuia.

Cu osciloscopul s-a înregistrat curentul pe una din fazele primare, scurtcircuitul secundarului realizându-se cu un întreruptor care la închidere pune secundarul în scurtcircuit.

În Fig.13 se prezintă variația curentului în faza primarului de la mersul în gol la scurtcircuitul staționar.

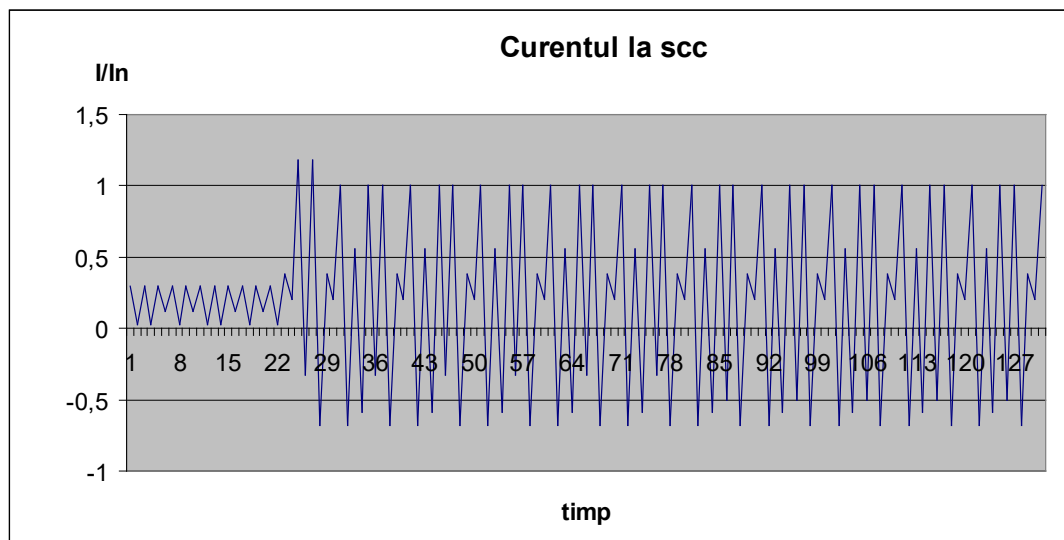


Fig.13. Variația curentului în faza primarului de la mersul în gol la scurtcircuitul staționar

3. Concluzii

Pe baza datelor măsurate sau înregistrate s-au pus în evidență următoarele aspecte privitoare la regimurile studiate:

- la mersul în gol al transformatoarelor cu circuit magnetic în trei coloane, coplanare, curentul de pe faza din mijloc este mai mic decât cel de pe fazele laterale;
- deși tensiunile de alimentare sunt sinusoidale și echilibrate, curenții de mers în gol la transformatorul cu conexiunea primarului în triunghi, conțin importante armonici de ordinul trei și cinci;
- pentru transformatorul studiat curenții de mers în gol nu sunt defazați la $T/3$, deși tensiunile formează un sistem trifazat echilibrat;

- la conectarea în gol la rețea a transformatorului apare un regim tranzitoriu privitor la curenți;
- valoarea componentei aperiodice depinde de valoarea tensiunii în momentul cuplării în rețea a transformatorului;
- curentul maxim care apare poate fi de zeci de ori mai mare decât curentul staționar de mers în gol, și poate depăși valoarea curentului nominal de câteva ori, putând declanșa dispozitivele de protecție a transformatorului, deși nu este periculos pentru transformator datorită timpului mic în care se amortizează. În laborator s-a declanșat de mai multe ori siguranța automată la alimentarea transformatorului, lucru care se poate observa și pe înregistrarea prezentată în fig. V.9;
- pentru transformatorul studiat regimul tranzitoriu la scurtcircuit brusc este de scurtă durată, acest lucru fiind caracteristic transformatoarelor de putere mică, la care rezistența de scurtcircuit este de valoare importantă în comparație cu inductanța de scurtcircuit.

Bibliografie

6. Boldea I., *Transformatoare și mașini electrice*, Ed. Politehnică Timișoara, 2006.
7. Câmpeanu A., Vlad I., *Mașini electrice. Teorie, încercări și simulări*, Craiova, Editura Universitaria Craiova, 2008.
8. Ghiță A., *Mașini electrice*, Ed. Matrix Rom, București, 2005.
9. Popescu F.G., Marcu M.D., *Metode moderne de analiză și reducere a armonicilor de curent și tensiune*, Editura Universitas, Petroșani, 2016.
10. Popescu F.G., Slusariuc R., Uțu I., *Mașini și acționări electrice-lucrări de laborator*, Editura Universitas, Petroșani, 2017.
11. Piroi I., *Mașini electrice*, Ed. D. P., București, 2004.
12. *** Manual de utilizare Fluke 435.
13. *** Manual de utilizare Osciloscop MTX.
14. *** PE116, Normativ de încercări.

SISTEMUL DE CONDUCERE OPERATIVĂ PRIN DISPECER - EMS/SCADA

Autori: Melania MĂNZĂTEANU¹

manzateanumelania@yahoo.com

Coordonatori: Asist.univ.dr.ing. Teodora LAZĂR², Conf.univ.dr.ing. Dragoș PĂSCULESCU²

¹Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea Energetică industrială, Anul I

²Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE

Rezumat

La nivelul sistemului de conducere prin dispecer a Sistemului Electroenergetic Național, EMS/SCADA este proiectat și implementat de către firma AREVA folosind ca software de baza sistemul de operare Windows 11. EMS/SCADA leagă toate stațiile și DEN/DET-urile din rețeaua energetică a Transelectrica.

Cuvinte cheie:

Sistem, dispecer, control, stație, energetic.

3. Introducere

Sistemul preia informația de la traductori și o concentrează prin intermediul RTU-urilor (terminale de rețea) în echipamente concentratoare RTU care transmit mai departe informația pe infrastructura EMS/SCADA la serverele centrale unde este prelucrată. Serverele transmit replici pentru vizualizare / comanda / control la DET-uri.

La fiecare stație sunt între 300 și 1000 de puncte de achiziție date, aproximativ 100 din acestea fiind echipate cu traductoare analogice. Traductoarele nu sunt back-upate pentru măsurarea aceluiași parametru.

Volumul total al datelor pe infrastructura EMS/SCADA este de aproximativ STM-4 la pornirea acestuia. Traficul curent este de aproximativ 2Mb necesitând o bandă acoperitoare de 10Mb.

Sistemul este unul centralizat, adunând datele la nivel național, prin infrastructura Transelectrica descrisă mai sus, le concentrează în București, unde sunt serverele acestui sistem care procesează informațiile primite și le transmite mai departe la DET/DEN pentru a avea imaginea în timp real a situației energetice locale și naționale.

Toate programele din RTU se păstrează în memorie permanentă reprogramabilă (EPROM).

Procesorul RTU acceptă încărcarea de parametri de la un centru de control de la distanță. Fiecare RTU are un sistem local GPS pentru sincronizarea RTU. Unitatea procesorului central include un ceas în timp real (RTC).

RTU sunt scanate prin sistemul SCADA al centrului de control pentru datele privind starea, datele analogice și cele privind acumulatorul.

Arhitectura sistemului se realizează prin servere cu funcționalități dedicate: serverul SCADA, serverul aplicațiilor de rețea, serverul de administrare, serverul operatorului de sistem (aplicații de piață), serverul de comunicații și serverul concentratoarelor de terminale de rețea:

- Serverul SCADA implementează blocurile funcționale ale SCADA și aplicațiile de putere;
- Serverul aplicațiilor de rețea include funcțiile de analiză și securitate a rețelei electrice în timp real și mod de studiu;
- Serverul de administrare realizează funcțiile de administrare a bazei de date, stocarea istorică, planificare și prognoză;
- Serverul operatorului de sistem execută funcțiile cerute de sarcinile operatorului de sistem în condiții de piață;
- Serverul de comunicații include protocoalele pentru comunicațiile cu legăturile de date și concentratoarele terminalelor de rețea și funcțiile de bază de culegere de date.

Fiecare sistem are un server redundant pentru fiecare din serverele configurației. În redundanță hot stand-by, funcțiile operează și datele sunt actualizate simultan în serverul stand-by și cel primar. În redundanța de rezervă este garantată și integritatea datelor. Echipamentul sistemului, serverele și concentratoarele sunt sincronizate prin ceas GPS. Fiecare sistem are două ceasuri GPS conectate la LAN primară și secundară. Sincronizarea serverelor se face prin LAN cu protocol NTP. Terminalele de rețea sunt sincronizate de la concentrator în caz de cădere a sistemului GPS la RTU.

Sistemul are mecanisme de asigurare a accesului, controlului și securității sistemului.

Sistemul de teleconducere EMS/SCADA asigură achiziția și prelucrarea în timp real a tuturor datelor semnificative privind situațiile în care funcționează Sistemul Energetic Național. Totodată, permite conducerea de la distanță a tuturor componentelor Sistemului Energetic Național în condiții de siguranță. EMS/SCADA este structurat ierarhizat și asigură comanda și controlul, în timp real, al celor 350 grupuri energetice, al tuturor stațiilor electrice de transport de către Dispecerul Energetic Central și cele cinci centre de Dispeceri Energetici Teritoriale.

Sistemul de teleconducere EMS/SCADA utilizează, într-o concepție hardware și software modulară, funcții inclusiv pentru administrarea pieței de energie. Transelectrica, în calitate de operator de transport și de sistem, dezvoltă mecanismele pieței competitive a energiei electrice și îmbunătățește fiabilitatea sistemului electroenergetic național la nivelul standardelor rețelei europene interconectate de electricitate (ENTSO-E).

Acest sistem de teleconducere depinde esențial de infrastructuri performante și sigure de telecomunicații, bazate pe o rețea de fibra optică cu acoperire națională. CN Transelectrica SA depune eforturi de realizare a unei infrastructuri de telecomunicații, bazată pe instalarea de fibre optice în conductoarele de protecție ale liniilor electrice aeriene de 220 kV și de 400 kV și a echipamentelor de telecomunicații aferente.

Infrastructura asociată sistemului EMS/SCADA este prezentată în Tabelul 1.

Tabelul 1. Componentele sistemului EMS/SCADA

Componente sistem EMS/SCADA	Descriere detaliată
SCADA	Reprezintă sistemul pentru achiziția informațiilor din stațiile SEN și centrale importante la nivel DET/DEC pentru conducerea în condiții de siguranță a SEN
Achiziții date din RTU și sisteme de comanda – control – protecții	Reprezintă sistemul pentru achiziția informațiilor și telecomenzi în stațiile de transport SEN la nivel stație pentru conducerea în condiții de siguranță a SEN
EMS	Asigura funcțiile de siguranță ale sistemului energetic național și funcțiile de instruire ale dispecerilor
Reglaj frecvența - putere (AGC)	Sistemul asigură funcția de reglaj în bucla închisă a frecvenței și a schimburilor cu sistemele energetice interconectate
Nodul ETSO	Reprezintă sistemul prin care se realizează schimburile de date cu sistemele energetice din UCTE
Sistemul pieței de balansare	Sistemul care asigură funcționarea, conform Codului Comercial, a pieței de balansare în cadrul pieței de energie
Sisteme de videoproiecție de tip videowall	Sisteme de afișare a informațiilor în format grafic pe ecrane de mari dimensiuni suport în procesul decizional al conducerii operaționale.

2. Serviciile de sistem tehnologice

Conform prevederilor Codului tehnic al RET, furnizorii de servicii de sistem tehnologice sunt calificați de Transelectrica prin proceduri specifice. Aceste proceduri includ și posibilități de acordare a unor derogări pe termen limitat pentru a se conforma unor condiții de calificare. Utilizatorii RET care au fost calificați în acest scop pot încheia contracte de furnizare de servicii de sistem tehnologice.

Pentru a asigura cerințele de calitate a serviciilor de transport și de sistem, Transelectrica S.A. achiziționează, în condițiile reglementate de ANRE, de la furnizorii calificați, servicii tehnologice de sistem.

3. Sistemul de contorizare

Funcția de „Operator de măsurare și agregare a datelor măsurate” în cadrul Transelectrica S.A., este realizată de Direcția de Măsurare (DM) OMEPA și tratează următoarele componente:

- ❖ telecontorizarea punctelor de măsurare de categoria „A” (conform Codului de măsurare a energiei electrice) prin sistemul realizat în cadrul contractului dintre Transelectrica S.A. și Compania Landis & Gyr, Elveția. Acest proiect a fost finalizat în proporție de 100%, fiind instalate transformatoare de tensiune și curent noi în stațiile electrice ale Transelectrica și contoare noi cu teletransmisie în punctele de măsurare de categoria A din întregul SEN, precum și în punctele de interes ale Transelectrica (puncte de schimb între ST-uri, servicii proprii ale stațiilor electrice, bobine de compensare).

Sistemul astfel realizat corespunde cerințelor „Codului de măsurare a energiei electrice” în mod integral pentru stațiile Transelectrica S.A. și doar parțial pentru stațiile terților (transformatoarele de măsurare nu corespund). Se menționează că sunt acoperite 170 de stații electrice din SEN, însumând un număr de cca. 1000 contoare și 568 transformatoare de măsurare fiind incluse și liniile de interconexiune de 110-220-400kV, care erau anterior măsurate prin intermediul unui sistem separat („Energy Exchange Acquisition System” – EEAS). Sistemul asigură teletransmisia (utilizând ca mediu de transmisie fibra optică a Transelectrica pentru 84 de stații electrice și GSM pentru restul stațiilor) datelor de contorizare la Sistemul de Management al Datelor de telecontorizare (MMS), unde acestea sunt prelucrate iar rezultatele sunt furnizate participanților la piața de energie. Sistemul furnizează date orare de contorizare și este utilizat în decontarea orară pe piața angro de energie electrică;

- ❖ telecontorizarea de siguranță (back-up) a liniilor de interconexiune (110-220-400kV) realizată în mod automat și centralizat prin intermediul unui sistem separat (conform solicitărilor UCTE);

- ❖ contorizarea locală a punctelor de măsurare pentru calcularea și verificarea balanțelor de energie electrică activă și reactivă pe nivele de tensiune în stațiile electrice, balanțe care se calculează lunar prin citiri locale la nivelul stațiilor de transformare de către personalul operativ, se verifică și se centralizează la nivelul Centrelor de Exploatare Sisteme de Măsurare (CESM) OMEPA, se centralizează la nivelul DM OMEPA, se raportează către Direcția Comercială, Dispecerul Energetic Național (DEN), sucursale de transport (ST).

Prin retehnologizarea unor stații electrice de transformare se implementează sisteme locale de contorizare care realizează funcțiile automate de calcul a balanțelor de energie electrică pe barele stației de transformare și calcul CPT, având posibilitatea de teletransmisie la nivelul CESM OMEPA și STMSL DM OMEPA, de unde sunt și monitorizate.

Sistemele de metering locale (contorizare locala) s-au implementat în stații rețehnologizate: Fundeni, București Sud, Slatina, Gutinaș, Cernavodă, Iernut, Brazi Vest, Paroșeni, Bacău Sud, Roman, Suceava, Lacu Sărat, Dumbrava, FAI, Gura Ialomiței, Turnu Măgurele, Târgoviște, Roșiori, Constanța Nord, Tariverde, Porțile de Fier, Urechești, Tântăreni, Bradu, Gheorghieni, Sibiu Sud, Peștiș, Hasdat, Calea Aradului, Nadab și altele în curs de rețehnologizare conform programelor de investiție anuale.

❖ **agregarea** datelor de măsurare pentru piața angro de energie electrică. Conform Codului Comercial al Pieței Anglo de Energie Electrică (intrat în vigoare la 01.10.2004), Transelectrica prin DM OMEPA realizează colectarea datelor orare măsurate sau preagregate de către alți operatori de măsurare (Electrică, Hidroelectrică, etc.) pentru punctele de măsurare ale participanților la piața angro care nu sunt măsurate direct de către OMEPA (prin importul de fișiere cu date în format XML).

Realizează agregarea finală a tuturor datelor de măsurare de pe piața angro (incluzând datele telemăsurate de OMEPA) și transmite rezultatele (pentru grupuri dispecerizabile și Părți Responsabile cu Echilibrarea) la OPE (Operatorul Pieții de Echilibrare) și OPCOM.

DM OMEPA asigură participanților la piață datele proprii de măsurare și agregare în scopul validării acestora;

❖ **validarea** datelor pentru punctele de măsurare în care Transelectrica este partener de schimb (schimbul participanților la piața în punctele RET) și convenirea datelor de înlocuire a valorilor măsurate eronate;

DM OMEPA realizează pentru piața angro de energie și funcția de administrare a participanților în sensul înregistrării acestora pentru punctele de măsurare și formulele de agregare proprii cu confirmarea bilaterală a acestora.

Structura organizatorică DM OMEPA în teritoriu

DM OMEPA conduce și răspunde de activitatea entităților teritoriale numite Centre de Exploatare Sisteme de Măsurare.

Cele 8 Centre de Exploatare Sisteme de Măsurare (CESM) OMEPA funcționează pe raza celor 8 sucursale de transport. Acestea desfășoară și activitățile conexe de verificări periodice în instalații precum și verificări metrologice pentru contoare (proprii și ale terților). Toate CESM OMEPA dispun în prezent de echipament specializat pentru efectuarea de verificări în instalații.

DM OMEPA deține trei laboratoare de metrologie necesare verificărilor metrologice pentru contoare, acestea funcționând în cadrul CESM OMEPA de la Sibiu, Timișoara și Craiova. Această activitate asigură autonomie companiei în privința necesităților proprii și ar putea presta servicii și la alți deținători de echipamente de măsurare.

4. Sistemul de telecomunicații

Rețeaua de comunicații reprezintă pentru orice companie elementul de bază al sistemului informatic pe care se pot implementa și dezvolta servicii și aplicații IT care deservesc utilizatorii finali. Din acest motiv, crearea și implementarea unui design corect al acestuia determină capacitatea rețelei de a suporta implementarea diverselor servicii și aplicații necesare desfășurării activităților din companie.

Din acest punct de vedere, al infrastructurii de comunicații, Transelectrica deține una din cele mai întinse rețele naționale de fibră optică (aproximativ 5000 Km) având și o capacitate de transport foarte mare (momentan maxim STM-16, limitare data de echipamentele de transport, excepție constituind segmentele echipate cu DWDM).

Infrastructura de fibră optică este realizată pe infrastructura de transport a energiei, cablul de fibră optică folosindu-se de firul de gardă dintre stâlpii de tensiune. Nodurile rețelei de fibră optică sunt stațiile electrice ale Transelectrica, practic majoritatea acestora fiind conectate pe aceasta infrastructură.

Locațiile care sunt pe nodurile principale ale inelelor de fibră optică se numesc locații on-grid. Locațiile off-grid sunt cele radiale.

Sistemul de telecomunicații actual se bazează pe o infrastructură proprie și pe cea închiriată de la furnizori de servicii de comunicații. Infrastructura proprie este compusă din:

- sisteme de curenți purtători, analogice sau controlate de microprocesor;
- echipamente de telecomunicații ;
- 4000km fibră optică pe liniile electrice de 220, 400kV

Infrastructura sistemului EMS/SCADA și de telecomunicații este prezentată în Fig.1.

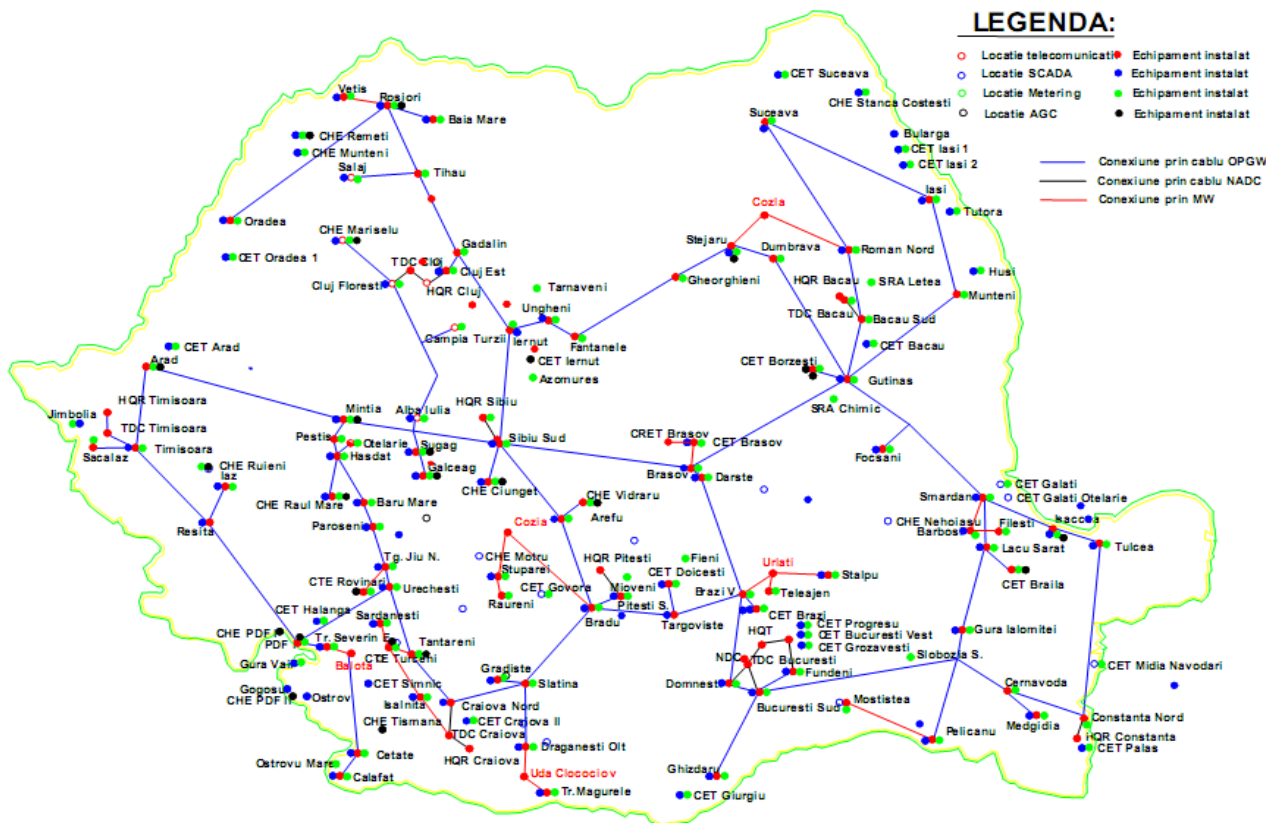


Fig.1. Infrastructura de telecomunicații și a sistemului EMS/SCADA

În Tabelul 2 se prezintă infrastructura asociată sistemului de telecomunicații.

Tabelul 2. Infrastructura asociată sistemului de telecomunicații

Componente sistem telecomunicații	Descriere detaliată
1	2
Rețeaua backbone optic național, cuprinzând rețeaua optică internă OPGW, interconexiunile optice cu companiile electrice din Ungaria, Bulgaria, Serbia, conexiunile optice metropolitane, și conexiunile optice cu alte companii/operatori interni	Reprezintă suportul fizic de comunicații pentru toate serviciile critice adresate companiei Transelectrica, și entităților administrației de stat.
1	2
Infrastructura de microunde în 7 GHz, 13 GHz și 23 GHz	Asigura comunicațiile operative de date-voce pentru operatorul de sistem, de metering și pentru piața de echilibrare
Sistemele magistrale DWDM-SDH	Asigura, prin mecanisme complexe de rutare și protecție, funcționarea tuturor aplicațiilor și sistemelor necesare activităților de baza ale companiei
Sistemele de curenți purtători instalate pe liniile electrice de transport; Sistemele de canalele WT dedicate	Asigura comunicațiile de joasă frecvență aferente transmisiilor echipamentelor de achiziție date de proces din stații și centrale termo/hidro/nuclearoelectrice, semnalele de teleprotecție pe liniile de transport și interfațarea sistemului privat de telecomunicații al Companiei cu sistemele publice ale altor operatori.
Sisteme de transmisii date	Asigură transmisiile de informații pentru operatorul de sistem;
Sisteme de telefonie hotline și comutată	Asigură comunicațiile vocale esențiale pentru activitatea de dispecerizare și pentru locațiile operatorului de transport;
Sisteme de video/teleconferință	Asigură comunicațiile periodice pentru locațiile operatorilor de transport și sistem.

5. Sisteme informatice destinate conducerii operative a instalațiilor sistemului energetic național

Scopul conducerii SEN este exploatarea coordonată a instalațiilor și echipamentelor componente care necesită o conducere și comandă unitară și ierarhizată pentru:

- funcționarea unitară a SEN și alimentarea cu energie electrică a consumatorilor în condiții de siguranță, calitate și economicitate;
- utilizarea rațională a resurselor hidroenergetice și a combustibililor pentru producerea energiei electrice, ținând seama și de existența CNE;
- cogenerarea energiei electrice și energiei termice, produsă prin termoficare, în vederea folosirii raționale și economice a resurselor energetice;
- asigurarea unui echilibru permanent între producția și consumul de energie electrică în scopul menținerii frecvenței de funcționare în limitele admisibile în cazul funcționării izolate;
- reglarea schimburilor de energie electrică cu sistemele energetice ale altor țări, în cazul funcționării interconectate;
- coordonarea regimurilor de funcționare și a manevrelor din instalațiile energetice ale SEN în regim normal de funcționare și în situații de incidente.

Conducerea sistemului electroenergetic privită prin prisma teoriei sistemelor ierarhizate constă practic în organizarea acesteia pe mai multe nivele principale. Fiecare nivel reprezintă un ansamblu integrat de subsisteme de nivel inferior, conduse de către un coordonator (dispecer) subordonat nivelului ierarhic superior.

Aceste nivele, în ordinea creșterii gradului și importanței deciziei sunt (fig.2.):

Nivelul 4 - Dispecerul Energetic Central (DEC)

Nivelul 3 - Dispeceri Energetici Teritoriale (DET)

Nivelul 2 – Dispeceri Energetici Zonali care pot fi :

- de rețele electrice (DRE)
- de hidroamenajare (DHA)

Nivelul 1 – Dispeceri Energetici Locali care pot fi:

- de rețele electrice (DEL)
- de centrale electrice CTE, CET, CHE, CNE, (DLC – DST)
- de termoficare (DT)
- ai consumatorilor (DEL C).

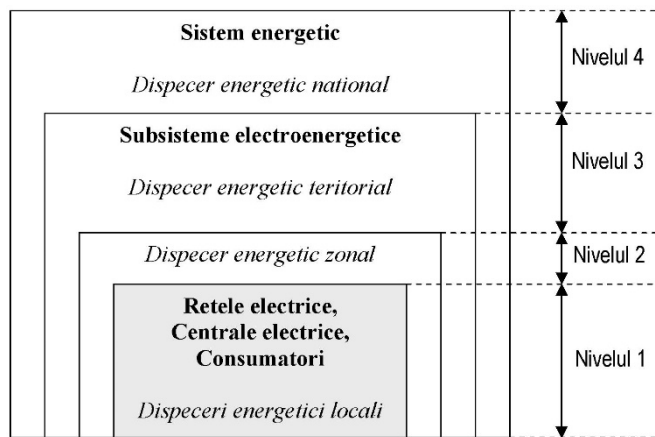


Fig.2. Nivele de conducere operative într-un sistem electroenergetic

Organizarea conducerii fiecărui nivel prin dispecer se realizează în funcție de structura instalațiilor, volumul și importanța lor, de posibilitățile de integrare în rețeaua de telecomunicații, telemecanică și sistemul informatic, astfel ca să se asigure în mediul cel mai eficace activitatea conducerii prin dispecer a SEN.

Fig.3. prezintă subordonarea ierarhică operativa a diferitelor nivele de conducere prin dispecer și a obiectivelor energetice din punct de vedere al comenzii operative în funcție de importanța fiecărui obiectiv în SEN.

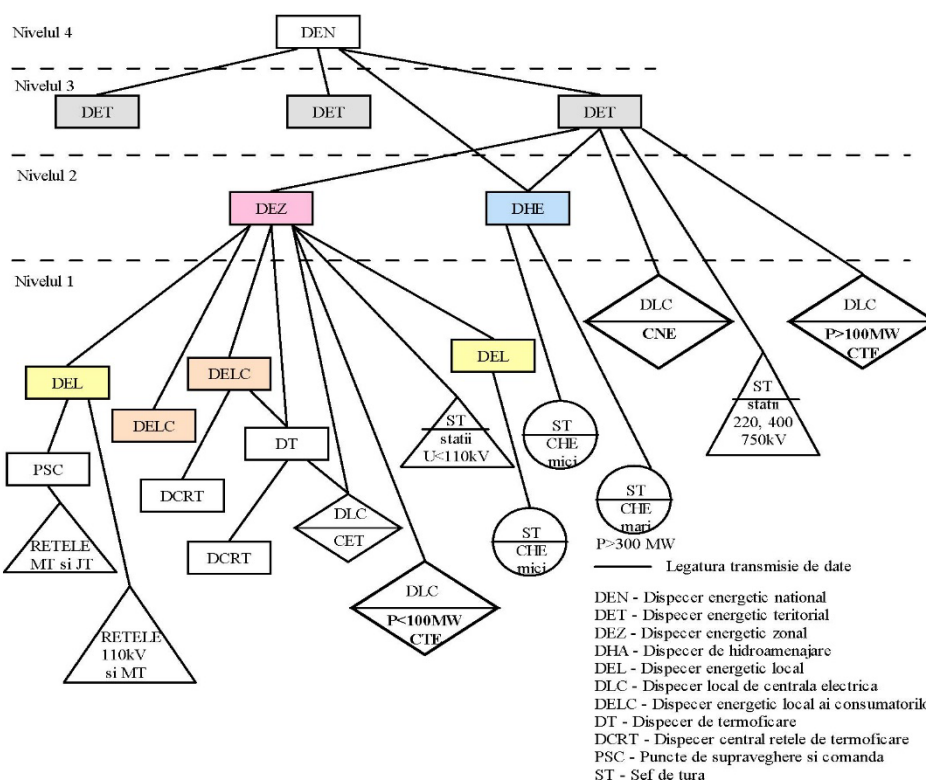


Fig.3. Structura conducerii operative a instalațiilor din SEN

6. Concluzii

TRANSELECTRICA S.A. furnizează informații privind starea Sistemului Energetic Național în timp real, actualizate în fiecare minut, prin grafice și rapoarte. Sistemul preia informația de la traductori și o concentrează prin intermediul RTU-urilor (terminale de rețea) în echipamente concentratoare RTU care transmit mai departe informația pe infrastructura EMS/SCADA la serverele centrale unde este prelucrată. Serverele transmit replici pentru vizualizare / comanda / control la DET-uri. Sistemul este unul centralizat, adunând datele la nivel național, prin infrastructura Transelectrica descrisă mai sus, le concentrează în București, unde sunt serverele acestui sistem care procesează informațiile primite și le transmite mai departe la DET/DEN pentru a avea imaginea în timp real a situației energetice locale și naționale.

Sistemul de teleconducere EMS/SCADA asigură achiziția și prelucrarea în timp real a tuturor datelor semnificative privind situațiile în care funcționează Sistemul Energetic Național. Totodată, permite conducerea de la distanță a tuturor componentelor Sistemului Energetic Național în condiții de siguranță. EMS/SCADA este structurat ierarhizat și asigură comanda și controlul, în timp real, al celor 350 grupuri energetice, al tuturor stațiilor electrice de transport de către Dispecerul Energetic Central și cele cinci centre de Dispeceri Energetici Teritoriale.

Din acest punct de vedere, al infrastructurii de comunicații, Transelectrica deține una din cele mai întinse rețele naționale de fibră optică (aproximativ 5000 Km) având și o capacitate de transport foarte mare (momentan maxim STM-16, limitare data de echipamentele de transport, excepție constituind segmentele echipate cu DWDM).

Infrastructura de fibră optică este realizată pe infrastructura de transport a energiei, cablul de fibră optică folosindu-se de firul de gardă dintre stâlpii de tensiune. Nodurile rețelei de fibră optică sunt stațiile electrice ale Transelectrica, practic majoritatea acestora fiind conectate pe aceasta infrastructură.

Bibliografie

15. Ciobanu, L., *Dicționar explicativ de inginerie electrică*, Editura Matrix Rom, București, 2004.
16. Dinculescu, P., *Schemele instalațiilor electrice*, Editura Matrix Rom, București 2005.
17. *** Legea energiei electrice și a gazelor naturale, nr. 123/2012, M.O. 485/2012.
18. *** Normele ERGEG de bună practică referitoare la managementul informației și transparența în piețele de energie electrică.
19. www.anre.ro
20. www.transelectrica.ro/

STRUCTURA REȚELELOR ELECTRICE DE JOASĂ TENSIUNE

Autori: Marius PASCU¹, Maria TUDOR (NICU)²
krullplus@yahoo.com, maria.nicu1975@gmail.com

Coordonatori: Asist.univ.dr.ing. Teodora LAZĂR³, Conf.univ.dr.ing. Marius MARCU³

¹Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea Electromecanică, Anul II

²Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea Electromecanică, Anul III

³Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul ACIEE

Rezumat

Această lucrare cuprinde instalațiile electrice necesare pentru funcționarea unei secții de construcții metalice.

Lucrarea prezintă atât instalațiile electrice din clădire cât și racordul de la furnizorul de energie electrică.

Alimentarea cu energie electrică se va face de la rețeaua furnizorului, prin intermediul unui racord aerian.

Cofretul de bransament este amplasat pe fațada clădirii, astfel că racordarea să se facă cât mai ușor, accesul la nișă să nu fie îngreunat, iar legarea nișei de bransament la priza de pământ să fie, de asemenea, ușor de făcut.

Cuvinte cheie:

Rețele, corpuri, tensiune, sisteme, joasă.

1. Introducere

Corpurile de iluminat se vor monta direct pe plafon, iar alimentarea lor va fi comandată prin întreruptoare sau comutatoare obișnuite montate aparent la $h = 1.5$ m. S-au ales, în general corpuri de iluminat fluorescente cu grătar protector, care asigură condițiile cele mai bune din punct de vedere al iluminatului și a siguranței. În încăperile unde nu se cere confort vizual, s-au ales corpuri de iluminat fluorescente fără grătar sau corpuri cu surse incandescente ce au costul mult mai mic. Numărul de corpuri de iluminat din fiecare încăpere în care se cere confort vizual s-a determinat în urma unui calcul fotometric, prin "metoda factorului de utilizare". Încăperile au zugrăveli deschise, coeficienții de reflexie pentru tavan și pereți fiind:

$$\rho_t = 0.7 \quad \text{și} \quad \rho_p = 0.3.$$

Pentru încăperile ce nu cereau confort vizual ridicat, numărul de corpuri și puterea surselor s-a ales astfel încât să asigure funcționalitatea încăperii.

Instalația de forță cuprinde tabloul general de forță, care asigură alimentarea consumatorilor din atelier, cât și patru tablouri de forță secundare (TF).

Motoarele sub 5.5 kW au fost prevăzute a fi pornite direct, celelalte prin pornire stea-triunghi, în scopul reducerii curentului de pornire. Motoarele cu pornire directă au fost prevăzute cu siguranțe fuzibile, relele termice (pentru protecție la suprasarcini mici, dar de lungă durată) și contactoare pentru acționare (și protecție la scăderea tensiunii rețelei).

Motoarele cu pornire stea-triunghi au fost, de asemenea, prevăzute cu siguranțe fuzibile și rele termice. Pentru pornirea stea-triunghi, este folosit un dispozitiv format din trei contactoare și un releu de timp.

Toate aparatele de protecție și acționare vor fi montate în tabloul de forță sau separat într-un tablou pentru acționare, pe capac găsindu-se numai butoanele de pornit-oprit și lampa de semnalizare a regimului de funcționare.

Iluminatul de siguranță: se instalează două corpuri de iluminat la ieșirile din unitate, corpuri de iluminat care funcționează și în cazul unei avarii, deoarece sunt alimentate de la acumulatori permanent încărcate.

Dimensionarea circuitelor și a coloanelor instalației de lumină și forță s-a făcut la încălzire în regim permanent.

Totodată s-au dimensionat și tubul de protecție, siguranța fuzibilă, întreruptorul manual sau automat, releul termic.

Instalația de comandă pentru pornirea în stea triunghi a motoarelor cu peste 5.5 Kw este formată din trei contactoare și un releu de timp.

Contactoarele sunt:

Ci - aflat pe calea de curent direct către motor;

CΔ - aflat pe calea de curent de la motor și care realizează conexiunea în triunghi;

Cy - cu rolul de a lega fazele în stea.

Releul de timp asigură scoaterea din funcțiune a contactorului Cy și închiderea lui CΔ, fapt semnalat de aprinderea lămpii de semnalizare. Schema este în așa fel concepută încât, atunci când este cuplat Cy, CΔ să nu poată funcționa.

2. Rețele electrice de distribuție

Rețelele electrice de distribuție (RED) reprezintă infrastructura prin intermediul căreia energia electrică este distribuită de la operatorul de sistem sau producătorul de energie electrică către consumatorii finali. Aceste rețele includ conductoare, stații de transformare, dispozitive de protecție și control, precum și alte echipamente necesare pentru distribuirea energiei electrice la tensiuni și frecvențe corespunzătoare consumatorilor finali.

RED sunt împărțite în două categorii principale: rețele electrice de distribuție de joasă tensiune (RED-JT) și rețele electrice de distribuție de medie tensiune (RED-MT). RED-JT sunt utilizate pentru distribuția energiei electrice către consumatori finali cu consumuri reduse de energie, cum ar fi clădirile rezidențiale și mici întreprinderi. RED-MT, pe de altă parte, sunt utilizate pentru distribuția energiei electrice către consumatorii finali cu consumuri mai mari de energie, cum ar fi clădirile industriale și comerciale, precum și posturile de transformare care alimentează cu energie electrică rețelele electrice de distribuție de joasă tensiune.

Rețelele electrice de distribuție reprezintă o parte importantă a sistemelor electroenergetice, iar dezvoltarea acestora este necesară pentru a asigura o alimentare cu energie electrică sigură și fiabilă pentru toți consumatorii finali. Pentru a realiza acest lucru, este necesară o planificare atentă a infrastructurii, implementarea unor tehnologii avansate de control și monitorizare a rețelilor, precum și o investiție constantă în modernizarea și întreținerea echipamentelor și infrastructurii existente. În cazul rețelilor electrice de joasă tensiune (RE - JT), fiecare din cele două aspecte, are o pondere însemnată deoarece consumatorii de joasă tensiune sunt foarte numeroși, iar receptorii de joasă tensiune din cadrul acestora sunt de nelipsit și foarte răspândiți. Particularitatea principală a unei RE - JT o reprezintă legătura electrică directă cu un număr foarte mare de consumatori, în primul rând și cu un imens număr de receptori, în al doilea rând.

Ca urmare, structura de bază a unei RE - JT este cea din figura 1 și 2, care cuprinde rețeaua electrică de distribuție de joasă tensiune (RED - JT), pentru alimentarea consumatorilor (Fig. 1) și rețeaua electrică de la consumator (Fig.2), formată din rețeaua electrică de distribuție la consumator, de joasă tensiune (REDC - JT) și rețeaua electrică pentru alimentarea receptorilor (REAR - JT).

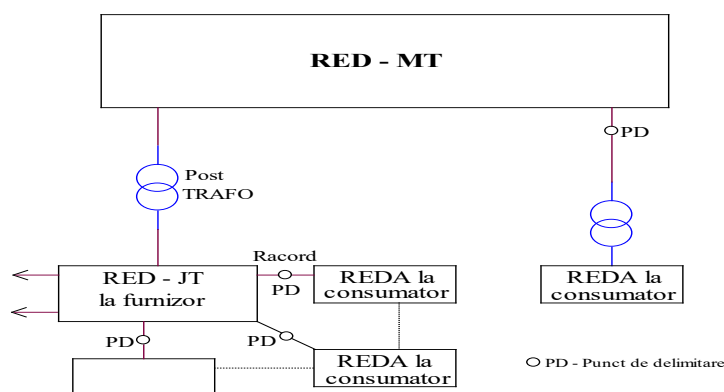


Fig.1. Rețeaua electrică de distribuție de joasă tensiune (RED - JT) pentru alimentarea consumatorilor

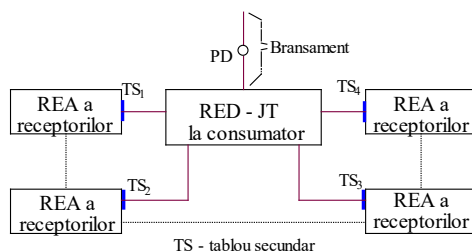


Fig.2. Rețeaua electrică de la consumator

a. Receptori de forță

Aceștia sunt alimentați de la un sistem electric trifazat simetric 380/220V, Fig.3, fiind caracterizați, din punct de vedere electric, prin 3 impedanțe Z_1, Z_2, Z_3 ce pot fi conectate în stea (Fig.3.a) sau în triunghi (Fig.3.b).

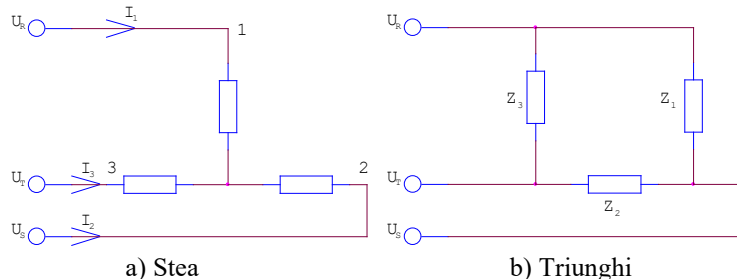


Fig.3. Scheme de conexiune

b. Receptori de iluminat

Aceștia sunt constituiți din corpurile de iluminat, sursa de lumină din cadrul sistemelor electrice de iluminat interior sau exterior.

Sursele electrice de lumină cu care se echipează un corp de iluminat au tensiunea nominală de 220V. Această tensiune, în cadrul sistemului electric trifazat cu tensiunile 380/220V se obține între o fază și nulul sistemului electric trifazat al sursei.

O caracteristică a receptorilor de iluminat o reprezintă posibilitatea redusă de producere a unui șoc electric datorită amplasării lor la înălțime. Ca urmare, pentru corpurile de iluminat nu se aplică protecția prin legare la nulul de protecție, ca în cazul celorlalte tipuri de receptori.

Spre deosebire de receptorii de forță și cei alimentați de la prizele monofazate, acești receptori absorb un curent constant în timp, deci nu produc șocuri. În concluzie, nu sunt perturbatori pentru ceilalți, iar valorile curenților, în funcție de care se dimensionează căile de curent, se stabilesc cu exactitate.

c. Prizele monofazate

Prizele monofazate nu reprezintă receptori propriu-ziși, ci un aparat la care, prin fise, sunt conectați receptori monofazați a căror putere nominală nu depășesc 2kW, respectiv un curent absorbit de 10A.

Receptorii monofazați alimentați prin conectarea la o priză monofazată sunt din categoria “debroșabili”, respectiv nu sunt conectați permanent. Pentru comanda acestora există aparate de conectare speciale, încorporate în receptor.

Datorită diversității receptorilor monofazați, în funcție de puterea absorbită, a specificului lor și a caracterului debroșabil, probabilitatea producerii unui șoc electric este foarte mare și ca urmare, în sistemul electric din care fac parte acești receptori, se impune protecția prin legarea la nulul de protecție.

Întrucât puterea și numărul receptorilor monofazați ce pot fi bransați la o priză monofazată depind în mare măsură și de posibilitățile materiale ale “consumatorului”, dimensionarea căilor de curent prin care sunt alimentate prizele monofazate se face și în funcție de tipul RE – JT, inclusiv de numărul de locuitori ai aglomerației urbane.

Pe seama caracteristicilor diferite ale receptorilor de iluminat față de cele ale prizelor monofazate, rețelele electrice de alimentare aferente lor se separă.

Ca urmare, pe seama caracteristicilor distincte fiecărui tip de receptor, rețeaua electrică de distribuție și alimentare de joasă tensiune REDA – JT de la consumator are structura din fig.4, din care rezultă că REDA pentru receptorii de forță este separată de REDA pentru cei de iluminat și prize, fiind alimentate de la tablouri generale diferite (Fig.4.a), iar RED este comună pentru receptorii de iluminat și prize (Fig.4.b), însă, la nivelul rețelei de alimentare acestea se separă.

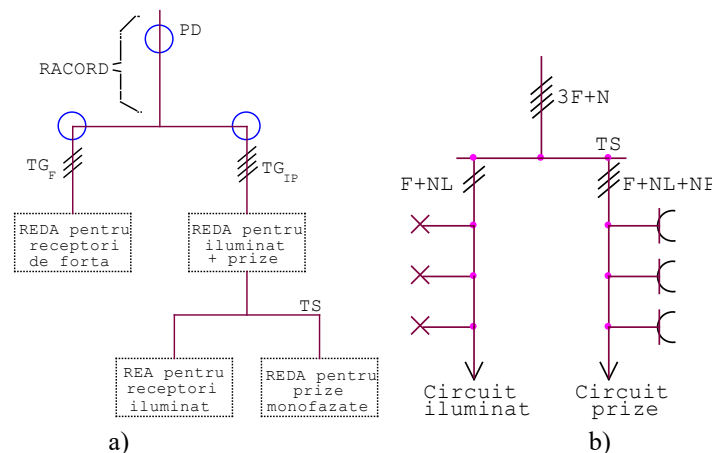


Fig.4. Rețeaua electrică de distribuție și alimentare de joasă tensiune REDA – JT de la consumator

Se observă faptul că nulul (N) sistemului electric trifazat, comun în RED, se transformă în nul de lucru (NL) și nul de protecție (NP) la nivelul rețelelor de alimentare (Fig.2.b).

În Fig. 2 și Fig.4, TG și TS reprezintă tablouri electrice de distribuție, generale respectiv secundare, care în principiu sunt puncte de conexiuni, care la nivelul RE de joasă tensiune au această denumire particulară.

d. Tipuri de consumatori

În conformitate cu “Decizia nr.57/99 ANRE pentru Aprobarea contractelor cadru de furnizare a energiei electrice” între furnizorul de energie electrică și consumatorii de energie electrică, prestarea serviciului de alimentare cu energie electrică se face pe baza unui contract de furnizare cu clauze diferențiate în funcție de tipul consumatorului. Din acest punct de vedere, consumatorii de energie electrică sunt definiți conform normativului mai sus amintit astfel:

- **consumator final** – persoană fizică sau juridică care consumă energie electrică pe bază de contract și ale cărei instalații de utilizare sunt conectate la instalația de distribuție a furnizorului prin unul sau mai multe puncte de delimitare, prin care se primește și, în condiții determinate, retransmite energie electrică unor subconsumatori;
- **consumator casnic** – consumator care utilizează energie electrică în exclusivitate și scopuri casnice. Receptoarele electrocasnice cuprind totalitatea bunurilor de larg consum destinate uzului propriu și care sunt alimentate cu energie electrică la tensiunea 220/380V;

- **consumatorul industrial și similar** – consumatorul care folosește energia electrică în principal, în domeniul extragerii de materii prime, a materialelor sau a unor produse agricole în mijloace de producție sau bunuri de consum. Prin asimilare, șantierele de construcții, stațiile de pompare, inclusiv cele pentru irigații, unitățile de transporturi feroviare, rutiere, navale și aeriene și altele asemenea, se consideră consumatori industriali.

În funcție de puterea electrică activă maximă simultan absorbită de acești consumatori se clasifică, la rândul lor astfel:

- **micii consumatori** – consumatori cu puteri contractate de 100kW sau mai mici, cu excepția consumatorilor casnici;
- **marii consumatori** – consumatori cu puteri contractate de peste 100kW.

Conform normativului mai sus amintit, contractele de furnizare a energiei electrice au clauze diferențiate pentru mării și micii consumatori.

O categorie specială de consumatori o reprezintă sistemul electric de iluminat public stradal. Acesta este alimentat din postul TRAFU aferent zonei geografice pe care o deservește și este în patrimoniul administrației locale, dar este exploatat de furnizorul de energie electrică. Cheltuielile ocazionate de energia electrică consumată și de cele de întreținere sunt suportate de administrația locală.

3. Surse de alimentare pentru rețelele electrice de joasă tensiune

Datorită succesiunii firești a procesului de producere, transport și distribuție a energiei electrice în cadrul unui sistem electroenergetic, sursa de energie electrică pentru RED – JT o reprezintă secundarul transformatorului dintr-un post de transformare. Postul de transformare reprezintă forma particulară a unei stații de transformare a cărei tensiune de pe partea de înaltă, Fig.5, face parte din clasa rețelelor de medie tensiune, iar cea de pe partea de joasă tensiune face parte din clasa rețelei de joasă tensiune.

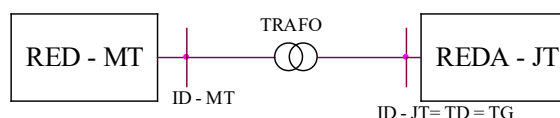


Fig.5. Procesul de producere, transport și distribuție a energiei electrice în cadrul unui sistem electroenergetic

a. Grupul electrogen

Grupurile electrogene sunt surse care se instalează la consumatorii pentru alimentarea de bază sau ca surse de rezervă de înlocuire. Această ultimă soluție se aplică în cazul consumatorilor care au receptori de categoria zero sau unu, ce necesită un nivel de siguranță ridicat în alimentare, care nu poate fi asigurat prin alimentarea din sistemul extern. Din această categorie fac parte receptorii vitali.

Grupurile electrogene acoperă gama de puteri 5-1400kVA.

În figura 6 este prezentată o minicentrală electrică, ce cuprinde două grupuri electrogene.

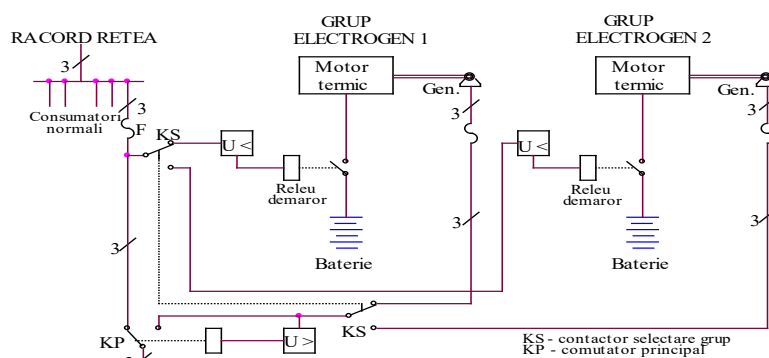


Fig.6. Minicentrală electrică

Un grup electrogen funcționează stabil numai dacă încărcarea este de cel puțin o treime din puterea nominală a generatorului, la un factor de putere de 0.8.

La alegerea grupului electrogen, respectiv la determinarea puterii sale aparente va trebui să se țină seama de următorii factori: altitudinea locului unde este amplasat grupul, temperatura aerului din zona și umiditatea lui relativă, precum și factorul de putere total al sarcinii, în cazul în care este mai mic de 0.8.

În afara celor menționate anterior, trebuie să se aibă în vedere următoarele:

a) un grup electrogen poate fi supraîncărcat cu un curent $I < 1.1I_n$ timp de o oră, după o funcționare continuă de 12 ore și o durată de funcționare mai mare de 500 ore / an;

b) un grup electrogen admite o supraîncărcare cu un curent $I < 1.8I_n$ timp de 30 secunde, iar această supraîncărcare este admisă cel mult de două ori, dacă între acestea există o pauză de cel puțin 10 minute.

În primul caz se acoperă suprasarcinile accidentale, iar în al doilea caz se asigură pornirea unor motoare electrice cu rotor în scurtcircuit la care $I_p = (5-7) I_n$.

În cazul pornirii unor motoare electrice de putere mare care antrenează utilaje cu pornire grea, este necesar să se aibă în vedere că șocurile produse la pornirea lor pot avea ca efect scăderi de tensiune și frecvență, pe care echipamentul electronic de protecție din panoul de comandă le va interpreta ca informații de avarie, deconectând astfel grupul. De aceea, toate motoarele electrice a căror putere depășește 10% din puterea generatorului, precum și cele care antrenează utilaje cu pornire grea trebuie dotate cu demarare electronică, astfel încât curentul de pornire al unui motor electric nu va depăși de două ori curentul lui nominal.

b. Branșamentul electric

Branșamentul electric individual este specific clădirilor civile aparținând:

- unei persoane fizice care, în prezent, dar mai ales în viitor, acoperă o gamă foarte extinsă de soluții constructive și mai ales de dotări cu receptori electrici;
- unei persoane juridice

Receptorii de bază sunt cei de iluminat și prize monofazate, la care se pot adăuga și receptorii de forță sau instalații speciale de securitate.

Elementele componente ale unui branșament, în varianta cea mai complexă, fig.7.b, considerând că este și trifazat sunt: circuitul de intrare (1), circuitul de ieșire (2), coloana de alimentare a tabloului general (3), punctul de delimitare (bornele de ieșire din contorul de măsurare a energiei electrice) și tabloul general (TG).

Firida de branșament (FB) se montează într-un spațiu special amenajat în zid (cofret), în locuri cât mai accesibile personalului de exploatare al furnizorului și are rolul de:

- punct de conexiuni, efectuarea de manevre pentru puneri sau scoateri de sub tensiune;
- conexiune între RED - JT a furnizorului și cea a consumatorului;
- asigurarea protecției circuitelor de intrare-ieșire și a coloanei de alimentare a TG.

Realizarea separată a FB, față de TG, este impusă atât de necesitatea separării celor 2 rețele, cât și de considerente practice respectiv, de faptul că TG trebuie amplasat la consumator, într-un loc cât mai oportun din punct de vedere al accesibilității și a eficacității circulației de curenți.

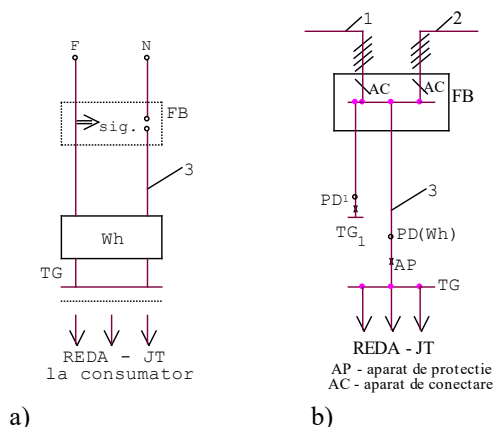


Fig.7. Branșamente individuale

O caracteristică a branșamentelor individuale o reprezintă amplasarea contorului de măsurare a energiei electrice, în imobil, deci la consumator, nefiind direct accesibil furnizorului.

Branșamentul tip intrare-ieșire poate fi încadrat într-o RED – JT a furnizorului cu schema buclată sau este alimentat direct din secundarul unui post de transformare, cu două transformatoare, însă PT nu aparține consumatorului.

În ultimul timp, pe seama noilor reglementări ce corespund cerințelor impuse de standardele europene, s-au introdus elemente noi în realizarea branșamentelor individuale tip derivație (fig.7a.), care în varianta clasică are următoarele dezavantaje:

- punctul de delimitare dintre furnizor și abonat nu este firidă de branșament, deoarece acesta nu conține contorul de tarifare a energiei electrice, amplasat lângă tabloul general, în interiorul locuinței;
- coloana de la firidă la contorul de energie electrică, administrată de furnizor, este pozată în structura clădirii ce aparține abonatului.

Ca urmare, s-a conceput un nou tip de firidă de branșament destinată realizării branșamentului individual tip derivație care să elimine dezavantajele menționate.

c. Rețele electrice de alimentare la consumatorii casnici

De regulă, consumatorii casnici, sunt alimentați cu energie electrică prin branșament monofazat, deoarece receptorii caracteristici acestora sunt corpurile de iluminat și echipamente electrocasnice alimentate de la prizele monofazate.

Numărul și puterea instalată în corpurile de iluminat, se stabilesc, fie pe seama unor normative, fie pe seama solicitării beneficiarului.

Numărul de prize monofazate, se recomandă în funcție de destinația încăperii.

Corpurile de iluminat se alimentează de la circuitele monofazate fără nul de protecție, Fig.8, numărul LL de pe un circuit se recomandă să nu depășească valoarea 12, pentru a nu depăși curentul admisibil al conductoarelor de AL, cu secțiunea de 4mm²; în cazul creșterii secțiunii devine greoaie pozarea conductoarelor în tuburile de protecție. Evident, numărul LL/circuit poate fi mai mic de 12 și ca urmare, într-un apartament, din TA fig.16 pot fi alimentate 1...3 circuite de iluminat.

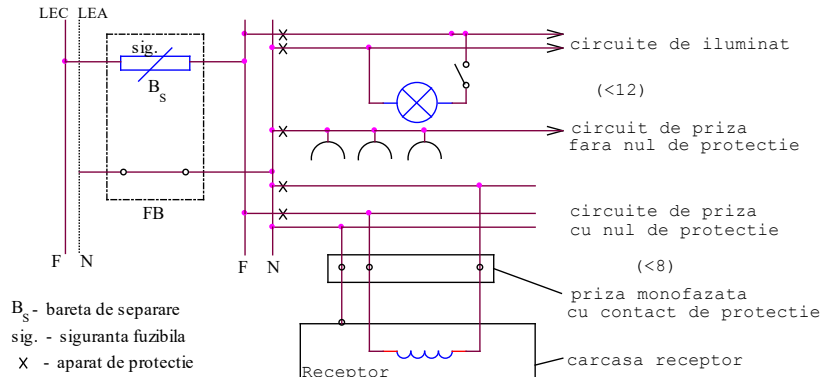


Fig.8. Corpuri de iluminat alimentate de la circuitele monofazate fără nul de protecție

Prizele sunt alimentate prin circuite monofazate, recomandându-se, din motivul precizat anterior, ca numărul de LP/circuit să nu depășească cifra 8. Evident, numărul acestora poate fi mai mic și din necesitatea separării circuitelor de prize cu nul de protecție de cele fără nul de protecție.

4. Concluzii

Conexiunile cofretului de bransament sunt realizate în sistem intrare-ieșire (buclă), iar racordurile sunt separate pentru lumină și forță.

Distribuția energiei electrice în clădire se face de la tablourile generale de lumină și forță; ambele amplasate în clădire pentru a fi accesibile personalului de servire. Tabloul general de lumină este prevăzut a fi de tip cutie metalică cu ușă și cheie, montat pe perete.

Instalația de lumină nu cuprinde tablouri electrice pentru că alimentarea se face direct din TGL.

Pentru întreaga instalație de lumină s-au ales conductoare electrice de cupru izolate cu masă plastică (FY) și montate în tuburi de protecție tip IPY.

Tuburile de protecție se vor monta aparent pe tavan sau pereți.

Materialele alese asigură atât condiții optime de funcționare a instalației, grad de protecție corespunzător la mediul prin care trec (majoritatea încăperilor sunt uscate) cât și o investiție minimă. Prizele sunt montate pe perete la 2 m de la pardoseală și prevăzute atât cu contact de protecție cât și fără, în funcție de natura pardoselii din încăperea și de natura receptoarelor ce vor fi alimentate.

Instalația de cabluri de date și telefoane este formată în așa fel încât să existe trei prize una în atelier și două în birou pentru a se putea realiza o rețea de calculatoare.

Se prevăd de asemenea două prize pentru două posturi de telefoane. Racordarea se face de la nișa telefonică.

Instalația de protecție împotriva tensiunilor accidentale de atingere. S-a prevăzut o instalație de legare la nulul de protecție care se ramifică de la nișa de bransament până la ultimul consumator și o instalație de legare la pământ pentru receptoare de forță. Toate legăturile la priza de pământ se vor realiza prin intermediul pieselor de separație.

Bibliografie

21. Cilinghir V., *Alimentarea cu energie electrică a întreprinderilor*, vol. I, Ed. Univ. Transilvania, Brașov, 2000 și vol. II, 2002.
22. Ciobanu, L., *Dicționar explicativ de inginerie electrică*, Editura Matrix Rom, București, 2004.
23. Dinculescu, P., *Instalații electrice de joasă tensiune*, Editura Matrix Rom, București, 2004;
24. Dinculescu, P., *Schemele instalațiilor electrice*, Editura Matrix Rom, București 2005.
25. Pop F., ș.a. *Proiectarea instalațiilor electrice de joasă tensiune*, Ed. Inst. Politehnic Cluj-Napoca, 1990.

ROLUL ȘI IMPORTANȚA SECURITĂȚII ENERGETICE ÎN ASIGURAREA SECURITĂȚII NAȚIONALE

Gabriela Nadia GRAMATICU (STAPLES)¹, Gabriela Tabita BORSȘ²
nadiagramaticu@yahoo.es

Șef lucr.dr.ing. **Daniel Nicolae FÎȚĂ³**, Prof.univ.dr.ing. **Sorin Mihai RADU⁴**

¹ *Universitatea, Facultatea de Științe, specializarea: ECTS – HD , anul I*

² *Universitatea, Facultatea de Științe, specializarea: Asistență Socială , anul II*

³ *Universitatea, Facultatea, Departamentul de Automatică, Calculatoare, Inginerie Electrică și Energetică*

⁴ *Universitatea, Facultatea, Departamentul de Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi*

Rezumat

Securitatea energetică, alături de securitatea economică, industrială, alimentară, biologică, societală, cibernetică, infrastructurilor critice, etc., face parte din conceptul de securitate națională a statului român. Nivelul de securitate al României este capacitatea de a deține sau agrega resursele interne și de a obține sau menține accesul la resursele externe. Securitatea energetică națională înseamnă asigurarea (re)surselor de materii prime energetice, controlul rutelor de transport și distribuție și a alternativelor. Resursele de materii prime energetice suficiente și disponibile reprezintă o condiție prealabilă pentru realizarea securității energetice naționale. Orice întrerupere mai îndelungată a aprovizionării cu energie are un efect negativ asupra creșterii economice, stabilității politice și bunăstării cetățenilor. Următoarele elemente de instabilitate pot pune în pericol securitatea energetică națională: amenințări (acțiuni teroriste, instabilitate politică, industrială și economică), pericole (lipsa aprovizionării cu energie și/sau materii prime energetice, natura finită a resurselor energetice, utilizarea energiei ca instrument de presiune sau ca armă energetică; costurile ridicate ale energiei) și vulnerabilități (hazarduri naturale și/sau antropice).

Cuvinte cheie

securitate energetică, amenințări, vulnerabilități, securitate națională

1. Conceptul securității naționale

Definiție:

Prin *securitate națională* se înțelege starea de legalitate, de echilibru și de stabilitate socială, economică și politică necesară existenței și dezvoltării statului național român ca stat suveran, unitar, independent și indivizibil, menținerii ordinii de drept, precum și a climatului de exercitare neîngrădită a drepturilor, libertăților și îndatoririlor fundamentale ale cetățenilor, potrivit principiilor și normelor democratice statornicite prin Constituție.

Securitatea națională reprezintă condiția fundamentală a existenței națiunii și statului român care are ca domeniu de referință valorile, interesele și necesitățile naționale, este un drept imprescriptibil care derivă din suveranitatea deplină a poporului, se fundamentează în ordinea constituțională și se desfășoară în contextul securității regionale, euro-atlantice și globale.

Securitatea națională se realizează prin cunoașterea, prevenirea și înlăturarea amenințărilor interne sau externe ce pot aduce atingere valorilor democratice.

Cetățenii au îndatorirea morală de a contribui la realizarea securității naționale. [1] [8]

Componente:

Componentele securității naționale sunt următoarele: *apărarea națională, ordinea publică, securitatea economică, securitatea cibernetică, securitatea ecologică, securitatea biologică, securitatea infrastructurilor critice, contraspionaj/contrainformații, amenințări transfrontaliere, prevenirea și combaterea terorismului, securitatea informațiilor clasificate, securitatea industrială, securitatea energetică, securitatea alimentară, securitatea sanitară, securitatea societală, securitatea umană, securitatea rezilienței, etc.* [4]

Amenințări:

Următoarele amenințări pot atenta la securitatea națională: [7]

- planurile și acțiunile care vizează suprimarea sau știrbirea suveranității, unității, independenței sau indivizibilității statului român;
- acțiunile care au scop, direct sau indirect, provocarea de război contra țării sau de război civil, înlesnirea ocupației militare străine, aservirea față de o putere străină ori ajutarea unei puteri sau organizații străine de a savârși oricare din aceste fapte;
- trădarea prin ajutarea inamicului;
- acțiunile armate sau orice alte acțiuni violente care urmăresc slăbirea puterii de stat;
- spionajul, transmiterea secretelor de stat unei puteri sau organizații străine ori agenților acestora, procurarea ori deținerea ilegală de documente sau date secrete de stat, în vederea transmiterii lor unei puteri sau organizații străine ori agenților acestora sau în orice alt scop neautorizat de lege, precum și divulgarea secretelor de stat sau neglijența în păstrarea acestora;

- f) subminarea, sabotajul sau orice alte acțiuni care au ca scop înlăturarea prin forță a instituțiilor democratice ale statului ori aduc atingere gravă drepturilor și libertăților fundamentale ale cetățenilor români sau pot atinge capacitatea de apărare ori altor asemenea interese ale țării, precum și actele de distrugere, degradare ori aducere în stare de neîntrebuințare a structurilor necesare bunei desfășurări a vieții social-economice sau apărării naționale;
- g) acțiunile prin care se atentează la viața, integritatea fizică sau sănătatea persoanelor care îndeplinesc funcții importante în stat ori a reprezentanților altor state sau ai organizațiilor internaționale, a căror protecție trebuie să fie asigurată pe timpul șederii în România, potrivit legii, tratatelor și convențiilor încheiate, precum și practicii internaționale;
- h) inițierea, organizarea, săvârșirea sau sprijinirea în orice mod a acțiunilor totalitariste sau extremiste de sorginte comunistă, fascistă, legionară sau de orice alta natură, rasiste, antisemite, revizioniste, separatiste care pot pune în pericol sub orice formă unitatea și integritatea teritorială a României, precum și incitarea la fapte ce pot periclita ordinea statului de drept;
- i) actele teroriste, precum și inițierea sau sprijinirea în orice mod a oricăror activități al căror scop îl constituie săvârșirea de asemenea fapte;
- j) atentatele contra unei colectivități, săvârșite prin orice mijloace;
- k) sustragerea de armament, muniție, materii explozive sau radioactive, toxice sau biologice din unitățile autorizate să le dețină, contrabanda cu acestea, producerea, deținerea, înstrăinarea, transportul sau folosirea lor în alte condiții decât cele prevăzute de lege, precum și portul de armament sau muniție, fără drept, dacă prin acestea se pune în pericol siguranța națională;
- l) inițierea sau constituirea de organizații sau grupări ori aderarea sau sprijinirea sub orice formă a acestora, în scopul desfășurării vreunora din activitățile enumerate la lit. a) – k), precum și desfășurarea în secret de asemenea activități de către organizații sau grupări constituite potrivit legii.

Amenințări asimetrice:

Definiție: Evantaiul larg și imprevizibil al operațiilor militare, paramilitare și de informație, conduse de națiuni, organisme, indivizi, sau forțe indigene sau de plasare sub comanda lor, ce vizează în mod specific slăbiciuni și vulnerabilități într-o guvernare inamică sau într-o forță armată.

Categorii de amenințări asimetrice: [9]

- operații de informații:
 - *atacuri împotriva infrastructurilor (distrugere fizică);*
 - *înșelăciune (difuzare de informații false);*
 - *operații psihologice (luare de ostatici, semănarea fricii)*
- arme de distrugere în masă:
 - *nucleare;*
 - *bacteriologice;*
 - *chimice;*
 - *radioactive.*
- operații netradiționale:
 - *folosirea de tactici și terenuri noi;*
 - *nesupunerea civilă;*
 - *folosirea terorii.*

Forme generatoare de amenințări asimetrice:

- terorismul;
- terorismul transnațional;
- narco - terorismul;
- agresiunea statelor națiune;
- ciberterorismul;
- terorismul nuclear;
- bioterorismul;
- pandemiile;
- războaie pentru resurse naturale;
- dezastre naturale globale.

Amenințări hibride:

Definiție: Conducerea descentralizată, activități militare și non-militare simultan întreprinse, combinarea tradiționalului, asimetricului, acțiunilor teroriste și metodelor criminale disruptive, condițiilor de mediu operaționale complexe, toate cu intenția de a folosi timpul și spațiul pentru a realiza decizia adecvată situației.

Caracteristicile actorilor participanți la amenințările hibride, sunt: [9]

- natura lor hibridă (parte politică și parte criminală);
- capacitate de mutație ultra-rapidă;
- rupte de lumea civilizată;
- private de sprijin statal;

- practica extensivă a masacrului.

2. Conceptul securității energetice

Definiție:

Securitatea energetică a României reprezintă: (conform figurii 1) [3] [6]

- existența, accesibilitatea și asigurarea (re)surselor finite de materii prime (petrol, gaze naturale, cărbune, hidrocarburi, uraniu, etc.) și regenerabile, suficiente și disponibile;
- acorduri internaționale/europene comerciale clare și stabile privind accesul la aceste (re)surse finite de materii prime din import;
- stabilitatea prețurilor acestor (re)surse finite de materii prime;
- controlului rutelor de transport și distribuție și al alternativelor al (re)surselor finite de materii prime;
- siguranța și securitatea transformării acestor (re)surse finite de materii prime în energie electrică;
- acorduri comerciale clare și stabile privind schimbul comercial de energie electrică cu țările vecine sau cu cele din Uniunea Europeană;
- stabilitatea prețului energiei electrice;
- controlul rutelor de transport și distribuție al energiei electrice;
- accesibilitatea fiecărui consumator (casnic/industrial) la energia electrică.

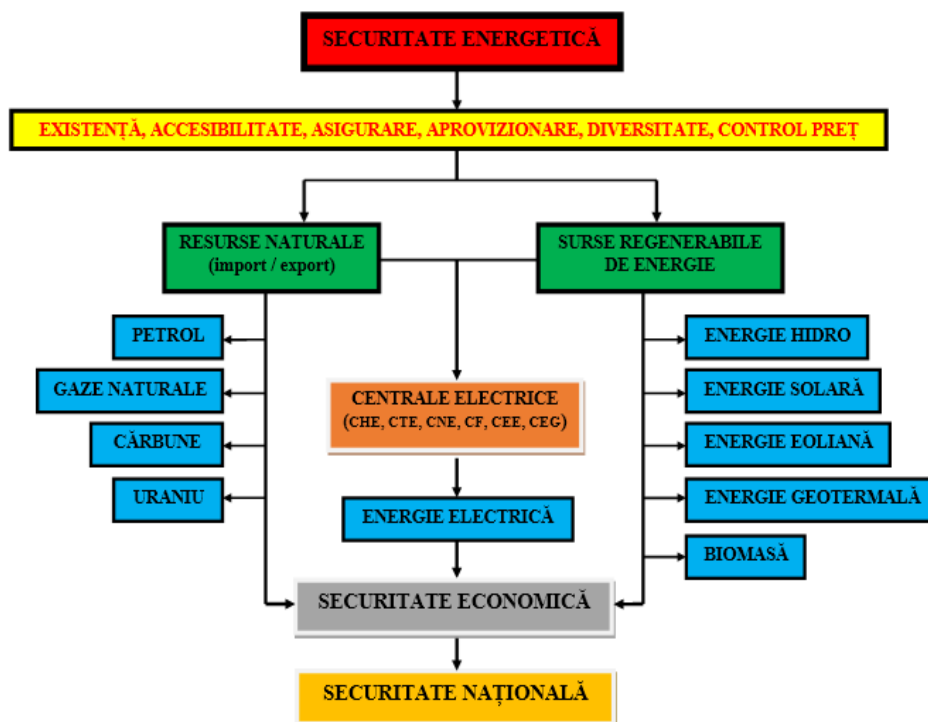


Fig. 1. Conceptul de securitate energetică

Nivelul de securitate al unui stat este dat de capacitatea acelui stat de a agrega resursele la nivel intern, de a câștiga și a-și menține accesul la resursele economice externe și orice întrerupere mai îndelungată a alimentării cu energie are efect negativ asupra creșterii economice, stabilității politice și bunăstării cetățenilor unui stat. Securitatea energetică joacă un rol foarte important în securitatea economică a unui stat, din acest motiv ea trebuie privită în cel mai serios mod, iar neacordarea importanței securității energetice poate genera daune catastrofale cu efect de insecuritate și instabilitate, periclitând starea de bunăstare a poporului.

Dimensiuni:

Securitatea energetică este percepută ca o umbrelă ce acoperă preocupări legate de energie:

- creștere economică;
 - putere politică.
- Ca dimensiuni distincte și suprapuse ale securității energetice se identifică:
- dimensiunea politicii interne (starea de stabilitate politică);
 - dimensiunea economică (resurse și piețe energetice);
 - dimensiunea geopolitică (comerț energetic internațional);
 - dimensiunea politicii de securitate (securizarea infrastructurilor energetice);
 - dimensiunea militară (siguranță și securitate națională).

Particularitățile dimensiunilor securității energetice sunt explicitate în tabelul 1 [4] [5]

Tabelul 1. Particularitățile dimensiunilor securității energetice

DIMENSIUNI	PARTICULARITĂȚI
DIMENSIUNEA POLITICII INTERNE	- investiții în întreținerea și dezvoltarea infrastructurii energetice (construcții noi de obiective energetice sau re tehnologizări ale celor existente; - intervenția în caz de urgență energetică (avarii, incidente și/sau accidente); - sporirea eficienței energetice; - orientarea mixului energetic spre energiile alternative; - securizarea locurilor de muncă și a lucrătorilor.
DIMENSIUNEA ECONOMICĂ	- reguli clare de funcționare a piețelor de petrol, gaze naturale și energie electrică; - planuri de dezvoltare a rețelelor de transport energetic; - contracte pe termen lung; - diversificarea surselor și magistralelor energetice; - inovarea tehnologică în domeniul energetic; - creșterea fiabilității sistemului energetic și electroenergetic național.
DIMENSIUNEA GEOPOLITICA	- acțiuni concertate de securizare a comerțului internațional cu petrol, gaze naturale și energie electrică; - adoptarea unui cadru legal global în domeniul serviciilor energetice transnaționale; - tendința de renaționalizare a infrastructurii și companiilor energetice; - necesitatea unor concepte strategice și abordări de ansamblu, în special în relația cu statele fragile.
DIMENSIUNEA POLITICII DE SECURITATE	- cooperarea strânsă cu statele vulnerabile la atacuri teroriste asupra infrastructurilor energetice sau piraterie, inclusiv prin schimb de informații, instruire și dezbateri asupra bunelor practici; - statele industrializate mari consumatoare de petrol, gaze naturale și energie electrică, direct sau prin intermediul UE sau NATO, ar trebui să-și extindă angajamentul și în sfera capacităților de management al riscului, răspunsul la crize și pregătirea forțelor militare și de poliție.
DIMENSIUNEA MILITARĂ	- se manifestă pe plan intern în politicile de apărare ale celor mai importanți actori ai pieței energetice, care urmăresc, în ultimă instanță, folosirea mijloacelor militare pentru menținerea pozițiilor avantajoase.

Componente:

Surse de energie primară

Dezvoltarea unei industrii energetice puternice a unui stat este condiționată de existența unor surse de energie primară care să se caracterizeze prin:

- *diversitate;*
- *accesibilitate;*
- *siguranță;*
- *prețuri stabile;*
- *asigurarea cantităților dorite pe o perioadă de timp cât mai mare.*

În raport cu aceste condiții, atenția industriei energetice se îndreaptă spre o gamă din ce în ce mai diversificată de surse de energie primară, cu particularități din ce în ce mai diferite. Prin conversia realizată în instalații specializate, aceste surse acoperă cererea de energie electrică și termică a societății.

În mod convențional, sursele de energie primară sunt împărțite în două mari categorii:

- a) *surse finite* (petrol, gaze naturale, cărbune, hidrocarburi, uraniu, etc.) – sursele finite de energie primară se consideră a fi limitate atât în timp, cât și în spațiu. Ele sunt capabile să acopere nevoile societății umane doar pentru o perioadă de timp limitată. Mărimea acestei perioade de timp depinde de volumul rezervelor de energie primară la care are acces societatea umană;
- b) *surse regenerabile* – sursele regenerabile nu sunt limitate în timp, dar ele nu sunt capabile să acopere nevoile societății umane care sunt tot mai ridicate de la un an la altul.

Energia electrică

Producerea energiei electrice reprezintă procesul de transformare a diferitelor forme de energie primară în energie electrică, în cadrul unor instalații specializate de complexitate mare, denumite *centrale electrice*.

Evoluția consumului de energie electrică a făcut ca centralele să fie tot mai mari, puterile lor instalate fiind limitate de restricții tehnologice, economice, de mediu sau de securitate.

Centrala electrică reprezintă un ansamblu de instalații complexe, în care se asigură condițiile pentru conversia energiei primare în energie electrică.

Se pot evidenția două concepții opuse de producere a energiei:

- a) *concepția centralizată*, bazată pe centrale electrice de mare putere, care utilizează surse primare cu concentrare energetică mare (*combustibili fosili sau nucleari*). Puterea acestor centrale este de regulă superioară consumului local, implicând existența unui sistem de transport și distribuție a energiei electrice. Ansamblul centralelor și al

rețelelor electrice de transport, exploatate și conduse într-o concepție unitară constituie un *Sistem Energetic Național*. În România activitatea de transport a energiei electrice, gestionare și dispecerizare a Sistemului Energetic Național – SEN, se realizează prin intermediul Companiei Naționale de Transport al Energiei Electrice Transelectrica SA, care este și operatorul de sistem. Activitatea de transport al energiei electrice se realizează prin intermediul *Rețelei Naționale de Transport a Energiei Electrice – RNTEE* (rețeaua electrică de interes național și strategic cu tensiunea de linie nominală mai mare de 110 kV, adică 220 kV, 400 kV și 750 kV), formată din: [3]

- *81 stații electrice*, din care:
 - 1 stație electrică 750 kV;
 - 38 stații electrice 400 kV;
 - 42 stații electrice 220 kV.
 - *8931,6 km. linii electrice aeriene – LEA*, din care:
 - 154,6 km. – 750 kV;
 - 4703,7 km. – 400 kV;
 - 4035,2 km. – 220 kV;
 - 38 km. – 110 kV (linii de interconexiune cu sistemele țărilor vecine).
 - *218 unități de transformare* totalizând 37794 MVA.
- b) *concepția distribuită*, cu surse mici, amplasate lângă consumatori. Se bazează în general pe utilizarea unor surse primare ușoare, cu concentrare energetică redusă (solară, eoliană, etc.). Centrala este destinată strict pentru acoperirea consumului local, eliminându-se necesitatea de a transporta energia electrică la distanță.

3. Elemente de instabilitate energetică

Securitatea energetică este pusă în pericol de șase mari provocări ale secolului la XXI-lea:

- a) scurtcircuitări ale fluxurilor de aprovizionare;
- b) natura finită a resurselor energetice;
- c) folosirea energiei ca instrument de presiune;
- d) utilizarea veniturilor din energie pentru susținerea regimurilor nedemocratice;
- e) transformările globale ale climei;
- f) costurile mari ale energiei pentru țările în dezvoltare.

Riscuri:

Principalele riscuri la adresa securității energetice sunt: [2]

- a) *riscuri fizice* – se referă la posibilitatea unei întreruperi fizice a aprovizionării și/sau alimentării cu resurse energetice (petrol, gaze naturale, cărbune, uraniu, energie electrică, etc.), generată de epuizarea și/sau abandonarea acelei surse energetice, sau a unor întreruperi temporare cauzate de factori de forță majoră (dezastre naturale);
- b) *riscuri economice* – se referă la vulnerabilizarea mediului economic sub presiunea exercitată de fluctuațiile prețurilor energiei, care reprezintă prețul director al energiei. Riscul economic derivă din volatilitatea piețelor și a prețurilor țițeiului;
- c) *riscuri geopolitice și geostrategice* – energia reprezintă o sursă vitală de interes atât pentru țările producătoare, cât și pentru cele consumatoare. Accesul inechitabil la resurse, interesele geopolitice speciale ale marilor puteri, reprezintă surse potențiale de conflict atât între țările consumatoare, cât și între acestea și cele producătoare. Conflictul politic din regiunile producătoare de resurse energetice, inclusiv manifestările teroriste, reprezintă o severă amenințare atât pentru livrările actuale de resurse energetice, cât și pentru perspectivele amplelor investiții necesare pentru a dezvolta resursele la potențialul lor deplin;
- d) *riscuri sociale* – instabilitatea ofertei de energie, fie că este asociată unor fluctuații dezordonate ale prețurilor, fie relațiilor cu țările producătoare, sau crizelor geopolitice, poate provoca serioase perturbări sociale dar și modificări în comportamentul corporatist;
- e) *riscuri asociate protecției mediului* – riscurile unor perturbări legate de mediu provin din surse ca: accidente provocate de lanțul operațiilor energetice, accidente tehnice, dar mai ales, se datorează emisiilor poluante generate de consumul sistemelor energetice. Creșterea securității energiei și abordarea schimbării climatului sunt două dintre preocupările și provocările majore ale societății actuale. Ambele sunt legate, intrinsec, de modul în care producem și consumăm energie. Și atât securitatea energiei, cât și schimbarea climatului, au implicații în politicile externe și de securitate.

Amenințări:

Principalele amenințări la adresa securității energetice sunt: [2]

- a) *terorism (atac terorist/atac cibernetic)*;
- b) *instabilitate politică (impredictibilitate politică)*;
- c) *conflicte armate (instabilitate națională)*;
- d) *piraterie (instabilitate comercială/industrială/economică)*.

Pericole:

Principalele pericole la adresa securității energetice sunt: [2]

- a) lipsa alimentării cu petrol, gaze naturale, cărbune, uraniu și energie electrică din motive tehnice sau de altă natură;
- b) natura finită a resurselor energetice;
- c) folosirea energiei ca instrument de presiune sau armă energetică;
- d) utilizarea veniturilor din energie pentru susținerea regimurilor nedemocratice;
- e) transformările globale ale climei;
- f) costurile mari ale energiei pentru țările în curs de dezvoltare.

Vulnerabilități:

Principalele vulnerabilități la adresa securității energetice sunt: [2]

- a) *hazarduri naturale (uragane, inundații, cutremure, incendii, tsunami, etc.);*
- b) *hazarduri antropice (accidente, incidente, avarii, corupție, incompetență, sabotaje, furturi).*

4. Concluzii

Apariția tot mai frecventă a cazurilor de colaps energetic pe tot mapamondul manifestat prin lipsa energiei (resurse primare energetice sau energie electrică) la consumatorii finali și din dorința marilor puteri energetice mondiale de a deține și controla tot lanțul energetic mondial în scopul folosirii energiei electrice sau resurselor primare energetice ca instrument de presiune sau armă energetică în context de profitabilitate, face ca prezenta lucrare să fie de mare importanță și actualitate. Lipsa alimentării cu energie (resurse primare energetice sau energie electrică) a consumatorilor finali duce la declanșarea crizelor care provoacă starea de dezechilibru societal aducând daune extreme asupra siguranței cetățeanului, a industriei, a economiei naționale și implicit a securității naționale, deoarece toate sectoarele unei economii statale depind de resursele primare energetice sau energia electrică.

Securitatea energetică națională depinde de independența energetică în contextul dezvoltării durabile regionale sau internaționale, de aceea trebuie creați *factori de stabilitate energetică* prin:

- *asigurarea necesarului de resurse primare energetice* (gaze naturale, petrol, cărbune, uraniu, etc.) și de producere al energiei electrice și limitarea dependenței de cele de import;
- *diversificarea surselor de resurse primare din import, de producere a energiei electrice și a rutelor de transport a acestora;*
- *creșterea nivelului de adecvare și siguranță a rețelelor naționale de transport* privind întreruperea cu energie electrică și gaze naturale;
- *protecția infrastructurii critice privind integritatea fizică a obiectivelor energetice;*
- *securizarea locurilor de muncă și a lucrătorilor* prin evitarea și/sau stoparea accidentelor de muncă care pot duce la perturbarea sistemului energetic.

În acest context, securitatea energetică națională reprezintă de fapt securitatea națională a statului respectiv.

Bibliografie:

1. Administrația Prezidențială (2015), *Strategia Națională de Apărare a Țării pentru perioada 2015 - 2019*, București;
2. Băhnăreanu, C. (2008) *Securitatea energetică*, Centrul de Studii Strategice de Apărare și Securitate, Editura Universității Naționale de Apărare "Carol I";
3. CNTEE Transelectrica SA (2023), www.transelectrica.ro;
4. Cristian Băhnăreanu (2009), *Impactul factorilor economici asupra securității*, Centrul de Studii Strategice de Apărare și Securitate, Editura Universității Naționale de Apărare "Carol I";
5. Dick, Lugar (2010), *Energy Security is National Security*, <http://lugar.senate.gov/energy/security/index.html>.
6. Ministerul Energiei (2023), *Strategia Energetică a României 2016-2030, cu perspectiva anului 2050*;
7. Nicolae Dolghin, Alexandra Sarcinschi, Mihai-Ștefan Dinu (2004), *Riscuri și amenințări la adresa securității României. Actualitate și Perspectivă*, Centrul de Studii Strategice de Apărare și Securitate, Editura Universității Naționale de Apărare "Carol I";
8. Parlamentul României – *Legea 51/1991 privind siguranța națională a României*, București, 1991;
9. Petre Duțu (2013), *Amenințări asimetrice sau amenințări hibride: delimitări conceptuale pentru fundamentarea securității și apărării naționale*, Centrul de Studii Strategice de Apărare și Securitate, Editura Universității Naționale de Apărare "Carol I".

EVALUAREA RISCURILOR PROFESIONALE LA O STAȚIE ELECTRICĂ 400/220/110/20 KV

Autori: Florin MUREȘAN-GRECU¹; flomavon2002@yahoo.com
Adrian CHELARU²; alarmelectricsistem@gmail.com

Coordonatori: Șef lucr. dr. ing. Daniel- Nicolae FÎȚĂ³; Asist. univ. dr. ing. Teodora LAZĂR³

¹Universitatea din Petroșani, Școala Doctorală, domeniul de doctorat Inginerie Industrială, Anul I

²Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea Energetică Industrială (licență), Anul I

³Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul: Automatică, Calculatoare, Inginerie Electrică și Energetică

Rezumat:

Scopul securității și sănătății în muncă în context de siguranță și securitate a locului de muncă este de a oferi industriei naționale o stare de funcționare corespunzătoare, un mediu de lucru ergonomic, optim și sănătos, lucrători și locuri de muncă sigure și siguranță asupra proceselor industriale. Lucrarea de față abordează evaluarea riscurilor de securitate și sănătate în muncă din cadrul unei stații electrice de 400/220/110/20 kV interconectate la rețeaua electrică națională și europeană, identificată și atribuită ca infrastructură critică europeană. Evaluarea se realizează prin metoda Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Protecția Muncii – INCDPM București, în vederea stabilirii cantitative a nivelurilor de risc/securitate, pe baza unei analize sistemice și a evaluării riscurilor de accidente și boli profesionale. Aplicarea metodei se încheie printr-o fișă de evaluare a locului de muncă ce cuprinde nivelul global de risc al stației electrice și care stabilește bazele Planului de Prevenire și Protecție.

Cuvinte cheie:

Evaluare de risc, securitate și sănătate în muncă, stație electrică

4. Introducere

Punctul de plecare în optimizarea activității de prevenire a accidentelor de muncă și îmbolnăvirilor profesionale într-un sistem îl constituie evaluarea riscurilor din sistemul respectiv. Indiferent că este vorba de un loc de muncă, un atelier sau o întreprindere, o asemenea analiză permite ierarhizarea riscurilor în funcție de dimensiunea lor și alocarea eficientă a resurselor pentru măsurile prioritare. Evaluarea riscurilor presupune identificarea tuturor factorilor de risc din sistemul analizat și cuantificarea dimensiunii lor pe baza combinației dintre doi parametri: *gravitatea și frecvența consecinței maxime posibile asupra organismului uman*. Se obțin astfel niveluri de risc parțiale pentru fiecare factor de risc, respectiv niveluri de risc global pentru întregul sistem analizat.

Legea nr. 319/2006 a Securității și Sănătății în Muncă conține următoarele prevederi care vizează obligativitatea evaluării riscurilor: a) angajatorul are obligația „să evalueze riscurile pentru securitatea și sănătatea lucrătorilor, inclusiv la alegerea echipamentelor de muncă, a substanțelor sau preparatelor chimice utilizate și la amenajarea locurilor de muncă” (art. 7, alin. 4, lit. a); b) angajatorul are obligația „să realizeze și să fie în posesia unei evaluări a riscurilor pentru securitatea și sănătatea în muncă, inclusiv pentru acele grupuri sensibile la riscuri specifice” (art. 12, alin. 1, lit. a). [1]

De asemenea, prin prevederile art. 13, lit. b, Legea nr. 319/2006 a Securității și Sănătății în Muncă stabilește faptul că, pentru asigurarea condițiilor de securitate și sănătate în muncă și pentru prevenirea accidentelor de muncă și a bolilor profesionale, angajatorii au obligația „să întocmească un *Plan de Prevenire și Protecție* compus din măsuri tehnice, sanitare, organizatorice și de altă natură, bazat pe evaluarea riscurilor, pe care să îl aplice corespunzător condițiilor de muncă specifice unității”. În conformitate cu prevederile art. 15, alin. 1, pct. 1 din *H.G. nr. 1425/2006 pentru aprobarea Normelor metodologice de aplicare a prevederilor Legii Securității și Sănătății în Muncă nr. 319/2006*, prima dintre activitățile de prevenire și protecție desfășurate în cadrul întreprinderii și/sau unității este reprezentată de „identificarea pericolelor și evaluarea riscurilor pentru fiecare componentă a sistemului de muncă respectiv executant, sarcină de muncă, mijloace de muncă/echipamente de muncă și mediul de muncă pe locuri de muncă/posturi de lucru”. Pentru facilitarea îndeplinirii obligațiilor legale ale angajatorilor în domeniul evaluării riscurilor de accidente și îmbolnăvire profesională au fost concepute și sunt utilizate în prezent un număr relativ mare de metode. [2]

Din multitudinea de metode utilizate pe plan mondial și național pentru evaluarea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională, în cadrul acestei lucrări s-a optat pentru utilizarea metodei elaborate de *I.N.C.D.P.M. București*. Această metodă a fost avizată de Ministerul Muncii și Protecției Sociale în anul 1993, reavizată în 1996, editată în 1998 și reeditată în 2002. Metoda elaborată de *I.N.C.D.P.M. București* face parte din categoria metodelor

analitice, semicantitative și constă, în esență, în identificarea tuturor factorilor de risc din sistemul analizat (loc de muncă) cu ajutorul unor liste de control prestabilite și cuantificarea dimensiunii riscului pentru fiecare factor de risc în parte, pe baza combinației dintre gravitatea și frecvența consecinței maxime previzibile. Nivelul de risc global, pe loc de muncă, se determină ca medie ponderată a nivelurilor de risc parțiale, astfel încât compensările să fie minime. Nivelul de securitate rezultă indirect, fiind invers proporțional cu nivelul de risc.

Aplicarea metodei se finalizează cu două documente centralizatoare pentru fiecare loc de muncă: fișa de evaluare a riscurilor și fișa de măsuri propuse. În prima fișă se înscriu factorii de risc identificați, parametrii de cuantificare ai acestora, consecința maximă previzibilă, clasele de gravitate și frecvență, nivelul de risc pentru fiecare factor de risc în parte și nivelul de risc global pe loc de muncă. Fișa a doua conține măsurile tehnice și organizatorice necesare pentru combaterea acțiunii fiecărui factor de risc de la locul de muncă evaluat, ierarhizate în funcție de nivelurile de risc, începând cu nivelurile foarte mari (7, 6, 5, 4, ...). Prin aplicarea acestor măsuri locul de muncă trece de la un nivel de risc superior la niveluri inferioare. [3]

5. Descrierea sistemului de muncă din cadrul stației electrice de 400/220/110/20 kV analizate

5.1. Prezentare generală

Amplasare

Stația electrică 400/220/110/20 kV analizată este amplasată în comuna Mintia din județul Hunedoara, localitate situată în vecinătatea municipiului Deva. Stația aparține Centrului de Exploatare a Rețelelor Electrice de Transport- Unitatea Teritorială de Transport Timișoara. [4]

Stația electrică 400/220/110/20 kV Mintia este un nod foarte important pentru Sistemul Electroenergetic Național.

Structură organizatorică:

- 1 șef stație;
- 2 șefi tură;
- 2 ajutoari șefi tură;
- 6 lucrători – domeniul electric (personal operativ).

Obiective energetice gestionate:

Unitatea Teritorială de Transport Timișoara își desfășoară activitatea asupra instalațiilor electroenergetice de transport al energiei electrice situate în județele:

- Timiș;
- Arad;
- Caraș – Severin ;
- Hunedoara.

Activitatea este organizată în 4 centre:

- CE RET Timiș;
- CE RET Arad;
- CE RET Caraș – Severin ;
- CE RET Hunedoara.

Volumul de instalații este constituit din:

- 4 stații electrice cu tensiuni nominale cuprinse în gama 20 kV – 110 kV – 220 kV – 400 kV:
 - Stația electrică de 400 kV;
 - Stația electrică de 220 kV;
 - Stația electrică de 110 kV ;
 - Stația electrică de 20 kV.

Organizarea activității de Securitate și Sănătate în Muncă:

Organizarea activității de Securitate și Sănătate în Muncă se desfășoară în cadrul Compartimentul Calitate – Securitate – Mediu.

În cadrul acestui compartiment există un responsabil (specialist) în domeniul securității și sănătății în muncă, alături de medicul de medicina muncii.

Este organizat și Comitetul de Securitate și Sănătate în Muncă – CSSM – UTT, care este constituit, prin decizia directorului de unitate teritorială, din:

- președinte – directorul de unitate teritorială;
- membrii – reprezentanți propuși de sindicatul unității teritoriale;
- medicul de medicina muncii din sucursală;
- secretar – responsabilul (specialist/expert/evaluator) SSM. [4]

2.2. Prezentarea stației de 400/220 kV

Prezentarea stației de 400 kV:

Stația 400 kV are următoarele conexiuni:

- LEA Sibiu Sud – Mintia;
- LEA Mintia – Arad.

Prezentarea stației de 220 kV:

Stația 220 kV are următoarele conexiuni:

- LEA Mintia – Timișoara;
- LEA Mintia – Alba Iulia;
- LEA Mintia – Hășdat;
- LEA Mintia – Pestiș.

6. Evaluarea riscurilor de securitate și sănătate în muncă pe locuri de muncă din cadrul stației electrice 400/220/110/20 kV Mintia

6.1. Locul de muncă nr. 1 – Servire operativă 400/220/110/20 kV

Procesul de muncă [4] [5]

Are drept scop servirea operativă a instalațiilor electroenergetice:

- supraveghere;
- control;
- manevre.

Sarcina de muncă

Conform regulamentului de exploatare, atribuțiile personalului de servire operativă sunt următoarele:

- efectuarea operațiilor de predare-primire a schimbului;
- activitatea de supraveghere;
- activitatea de control;
- activitatea de executare a manevrelor.

Executant

În cadrul stației electrice își desfășoară activitatea următoarele persoane:

- 1 șef stație (inginer);
- 2 șefi de tură;
- 2 ajutoari șef tură;
- 6 lucrători – domeniul electric (personal operativ).

Mediul de muncă:

Personalul de servire operativă își desfășoară activitatea în camera de comandă, în stațiile exterioare de 400 kV, 220 kV, 110 kV și 20 kV.

Specificul sarcinii de muncă impune desfășurarea unor activități de exploatare și control indiferent de condițiile climatice.

Ca urmare principalul factor de risc propriu mediului de muncă este temperatura aerului, și anume prin expunerea la temperaturi ridicate sau scăzute în timpul îndeplinirii sarcinii de muncă.

Factorii de risc identificați

A. Factorii de risc proprii mijloacelor de producție:

- *risc mecanic* (cădere de la același nivel, alunecare sau împiedicare, explozii de echipamente cu durata de viață depășite, căderi de la înălțime);
- *risc electric* (atingerea directă a instalațiilor electrice);
- *risc termic* (arsuri datorate arcului electric).

B. Factorii de risc proprii sarcinii de muncă:

- *solicitare psihică în stațiile de 400 kV, 220 kV, 110 kV, 20 kV, la montarea scurtcircuitoarelor cu mâna.*

C. Factorii de risc proprii executantului:

- *acțiune greșită:*
 - neidentificarea corectă a instalației și neverificarea lipsei de tensiune, la montarea scurtcircuitoarelor;
 - nerespectarea distanțelor de vecinătate cu risc de electrocutare prin atingere directă;
 - neverificarea lipsei de tensiune înainte de montarea scurtcircuitoarelor mobile.
- *omisiuni:*
 - omiterea unor operații în timpul manevrelor, cu risc de arsuri determinate de arcul electric, la închiderea CLP sau montarea scurtcircuitoarelor mobile fără verificarea lipsei de tensiune;
 - neutilizarea și/sau neverificarea EIP din dotare și/sau a mijloacelor și dispozitivelor electroizolante.

D. Factorii de risc proprii mediului de muncă:

Principalul factor de risc propriu mediului de muncă este temperatura aerului, și anume prin expunerea la temperaturi ridicate sau scăzute în timpul îndeplinirii sarcinii de muncă.

Nivelul de risc global al locului de muncă:
SERVIRE OPERATIVĂ 400 kV, 220 kV, 110 kV

$$N_{400kV-110kV} = \frac{\sum_{i=1}^7 R_i \cdot r_i}{\sum_{i=1}^7 r_i} = \frac{2 \cdot (1 \cdot 1) + 2 \cdot (3 \cdot 3) + 3 \cdot (4 \cdot 4)}{2 \cdot 1 + 2 \cdot 3 + 3 \cdot 4} = \frac{68}{20} = 3,4$$

Nivelul de risc global al locului de muncă:
SERVIRE OPERATIVĂ 20 kV

$$N_{20 kV} = \frac{\sum_{i=1}^{11} R_i \cdot r_i}{\sum_{i=1}^{11} r_i} = \frac{11 \cdot (3 \cdot 3)}{11 \cdot 3} = \frac{99}{33} = 3,00$$

6.2. Locul de muncă nr. 2- Mentenanță echipamente primare 400/220/110/20 kV

Procesul de muncă [4] [5]

Are drept scop activități de întreținere și reparare echipamente primare și îl constituie următoarele tipuri de lucrări:

- revizii echipamente primare;
- activități de lăcătușerie;
- activități de sudare, vopsire;
- reparații zidărie;
- dezmembrări de aparataj.

Sarcina de muncă

Sarcina de muncă a echipei de revizii și reparații constă în:

- *revizii tehnice (Rt)* – anual la toate echipamentele din stații;
- *revizii curente (Rc)* – schimbări de subansamble, înlocuiri de componente din stații;
- *intervenții accidentale* – în cazul defecțiunilor sau avariilor efectuate la echipamentele primare;
- *întreținerea instalațiilor auxiliare;*
- *lucrări de întreținere stație;*
- *schimbări de corpuri de iluminat.*

Executant

Echipele de revizii-reparații echipamente primare este compusă din electricieni care sunt conduși de un maestru din cadrul sucursalei SMART.

Mediul de muncă

Activitatea de revizii – reparații echipamente primare se desfășoară în stația electrică exterioară și foarte rar în atelierul mecanic.

Factorii de risc identificați

A. Factorii de risc proprii mijloacelor de producție:

- *factori de risc mecanic:*
 - mișcări periculoase;
 - muchii tăietoare și colțuri ascuțite la înlocuirea izolatoarelor sparte;
 - proiectare de particule de metal topit sau electrocutări la sudarea electrică;
 - explozii transformatoare.

La evaluarea gravității și probabilității de manifestare a acestor factori de risc se ține seama și de vechimea stațiilor 400 kV, 220 kV, 110 kV și 20 kV, vechime care amplifică potențialul accidentogen al echipamentelor electrice.

B. Factorii de risc proprii sarcinii de muncă:

- *nepregătirea adecvată și/sau nerespectarea etapelor obligatorii în desfășurarea activităților de întreținere;*
- *nerespectarea măsurilor de asigurare a zonei de lucru;*
- *efort fizic supradimensionat la scoaterea din celule a întreruptoarelor debroșabile.*

C. Factorii de risc proprii executantului:

Factorii de risc proprii executantului specifici activității de revizie și reparație echipamente primare sunt:

- *acțiune greșită:*
 - identificarea eronată a instalațiilor în care se lucrează;
 - manevre greșite la efectuarea probelor funcționale;
 - depășirea distanțelor de vecinătate la transportul materialelor spre zona de lucru și în timpul lucrărilor;
 - deplasări, staționari în zone periculoase, în afara zonei de lucru;
 - cădere la același nivel prin dezechilibrare, în timpul transportului materialelor pe teritoriul stației.

- *omisiuni:*
 - neutilizarea EIP din dotare sau utilizarea EIP necertificat.

D. Factorii de risc proprii mediului de muncă:

- *factori de risc fizic:*
 - inhalare de noxe la activitățile de vopsire;
 - condiții meteorologice nefavorabile (temperatură ridicată/scăzută, vânt).

Nivelul de risc global al locului de muncă:

MENTENANȚĂ CIRCUITE PRIMARE 400 kV, 220 kV, 110 kV

$$N_{MENT.EP400/220kV} = \frac{\sum_{i=1}^{14} R_i \cdot r_i}{\sum_{i=1}^{14} r_i} = \frac{1 \cdot (1 \cdot 1) + 3 \cdot (2 \cdot 2) + 8 \cdot (3 \cdot 3) + 2 \cdot (4 \cdot 4)}{1 \cdot 1 + 3 \cdot 2 + 8 \cdot 3 + 2 \cdot 4} = \frac{101}{39} = 2,58$$

Nivelul de risc global al locului de muncă:

MENTENANȚĂ CIRCUITE PRIMARE 20 kV

$$N_{MENT.EP20kV} = \frac{\sum_{i=1}^{16} R_i \cdot r_i}{\sum_{i=1}^{16} r_i} = \frac{3 \cdot (2 \cdot 2) + 2 \cdot (3 \cdot 3) + 2 \cdot (4 \cdot 4) + 4 \cdot (5 \cdot 5) + 5 \cdot (6 \cdot 6)}{3 \cdot 2 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 4 \cdot 5 + 5 \cdot 6} = \frac{342}{70} = 4,8$$

3.3. Locul de muncă nr. 3 – Mentenanță echipamente secundare 20 kV

Procesul de muncă [4] [5]

Are drept scop activități de întreținere și reparare echipamente secundare și îl constituie următoarele tipuri de lucrări:

- revizii echipamente primare;
- activități de lăcătușerie;
- activități de sudare, vopsire;
- reparații zidărie;
- dezmembrări de aparataj.

Sarcina de muncă

Sarcina de muncă a echipei de revizii și reparații constă în:

- *revizii tehnice (Rt)* – anual la toate echipamentele din stații;
- *revizii curente (Rc)* – schimbări de subansamble, înlocuiri de componente din stații;
- *intervenții accidentale* – în cazul defecțiunilor sau avariilor efectuate la echipamentele primare;
- *întreținerea instalațiilor auxiliare;*
- *lucrări de întreținere stație;*
- *schimbări de corpuri de iluminat.*

Executant

Echipele de revizii-reparații echipamente secundare este compusă din electricieni care sunt conduși de un maestru din cadrul sucursalei SMART.

Mediul de muncă

Activitatea de revizii – reparații echipamente secundare se desfășoară în stația electrică exterioară și foarte rar în atelierul mecanic.

Factorii de risc identificați

A. Factorii de risc proprii mijloacelor de producție:

- *factori de risc mecanic:*
 - mișcări periculoase;
 - muchii tăietoare și colțuri ascuțite la înlocuirea izolatoarelor sparte;
 - proiectare de particule de metal topit sau electrocutări la sudarea electrică;
 - explozii transformatoare.

La evaluarea gravității și probabilității de manifestare a acestor factori de risc se ține seama și de vechimea stației 20 kV, vechime care amplifică potențialul accidentogen al echipamentelor electrice.

B. Factorii de risc proprii sarcinii de muncă:

- *nepregătirea adecvată și/sau nerespectarea etapelor obligatorii în desfășurarea activităților de întreținere;*
- *nerespectarea măsurilor de asigurare a zonei de lucru;*

- efort fizic supradimensionat la scoaterea din celule a întreruptoarelor debrășabile.

C. Factorii de risc proprii executantului:

Factorii de risc proprii executantului specifici activității de revizie și reparație echipamente secundare sunt:

- acțiune greșită:
 - identificarea eronată a instalațiilor în care se lucrează;
 - manevre greșite la efectuarea probelor funcționale;
 - depășirea distanțelor de vecinătate la transportul materialelor spre zona de lucru și în timpul lucrărilor;
 - deplasări, staționari în zone periculoase, în afara zonei de lucru;
 - cădere la același nivel prin dezechilibrare, în timpul transportului materialelor pe teritoriul stației.
- omisiuni:
 - neutilizarea EIP din dotare sau utilizarea EIP necertificat.

D. Factorii de risc proprii mediului de muncă:

- factori de risc fizic:
 - inhalare de noxe la activitățile de vopsire;
 - condiții meteorologice nefavorabile (temperatură ridicată/scăzută, vânt).

Nivelul de risc global al locului de muncă:

MENTENANȚĂ CIRCUITE SECUNDARE PRAM 20 kV

$$N_{EP} = \frac{\sum_{i=1}^{17} R_i \cdot r_i}{\sum_{i=1}^{17} r_i} = \frac{13 \cdot (3 \cdot 3) + 3 \cdot (2 \cdot 2)}{13 \cdot 3 + 3 \cdot 2} = \frac{129}{45} = 2,87$$

3.4. Nivelul de risc global al stației electrice 400/220/110/20 kV

Nivelul de risc global al stației electrice 400/220/110/20 kV se calculează ca medie ponderată a nivelului de risc determinat pentru fiecare loc de muncă analizat din componența stației.

$$N_g = \frac{\sum_{p=1}^n r_p \cdot N_{rp}}{\sum_{p=1}^n r_p}, \text{ în care} \quad (3.1.)$$

N_g = nivelul de risc global al stației;

r_p = rangul locului de muncă p , egal cu valoarea cu nivelul de risc al locului de muncă;

n = numărul de locuri de muncă;

N_{rp} = nivelul de risc global al locului de muncă.

Nivelurile de risc globale, determinate pentru fiecare loc de muncă din cadrul stației electrice 400/220/110/20 kV sunt următoarele:

Tabel 1. Nivelul de risc calculat pe fiecare loc de muncă

Nr. Crt	LOCUL DE MUNCĂ	NIVELUL DE RISC (N_{rp})
1	SERVIRE OPERATIVĂ 400 kV, 220 kV, 110 kV	3,4
2	SERVIRE OPERATIVĂ 20 kV	3
3	MENTENANȚĂ CIRCUITE PRIMARE 400 kV, 220 kV, 110 kV	2,58
4	MENTENANȚĂ CIRCUITE PRIMARE 20 kV	4,8
5	MENTENANȚĂ CIRCUITE SECUNDARE 20 kV - PRAM	2,87

Nivelul de risc global al stației de 400/220/110/20 kV este :

$$Nrg = \frac{\sum_{p=1}^n r_p \cdot N_{rp}}{\sum_{p=1}^n r_p} =$$

$$= \frac{(3,4 \cdot 3,4) + (3 \cdot 3) + (2,58 \cdot 2,58) + (4,8 \cdot 4,8) + (2,87 \cdot 2,87)}{3,4 + 3 + 2,58 + 4,8 + 2,87} = \frac{49,48}{16,65} = 2,97$$

$$N_{rg-static} = 2,97$$

7. Interpretarea rezultatelor și concluzii

Prezentul capitol cuprinde rezultatele evaluării riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională specifice activităților care se desfășoară în stația electrică de 400/220/110/20 kV Mintia din cadrul C.N.T.E.E. TRANSELECTRICA S.A.

Evaluarea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională s-a efectuat pentru trei activități care au fost evidențiate în cadrul stației:

- *servire operativă;*
- *mentenanță circuite primare;*
- *mentenanță circuite secundare – PRAM.*

Nivelul de risc rezultat pentru SERVIREA OPERATIVĂ în stațiile de 400 kV, 220 kV și 110 kV este de **3,4** adică **NIVEL DE RISC ACCEPTABIL**.

Nivelul de risc rezultat pentru SERVIREA OPERATIVA în stația de 20 kV este de **3** adică **NIVEL DE RISC MIC**.

Nivelul de risc rezultat pentru MENTENANȚA CIRCUITE PRIMARE în stațiile de 400 kV, 220 kV și 110 kV este de **2,58** adică **NIVEL DE RISC FOARTE MIC**.

Nivelul de risc rezultat pentru MENTENANȚA CIRCUITE PRIMARE în stația de 20 kV este de **4,8** adică **NIVEL DE RISC INACCEPTABIL**.

Nivelul de risc rezultat pentru MENTENANȚA CIRCUITE SECUNDARE în stația de 20 kV este de **2,87** adică **NIVEL DE RISC FOARTE MIC**.

Nivelul de risc global rezultat pentru întreaga stație de 400/220/110/20 kV este de **2,97** adică **NIVEL DE RISC MIC – FOARTE MIC**.

Nivelul de risc global a fost calculat ca medie ponderată a nivelurilor de risc pentru cele trei tipuri de activități nominalizate în fișele de evaluare și anume:

- *servire operativă;*
- *mentenanță (revizii – reparații) echipamente primare;*
- *mentenanță (revizii – reparații) echipamente și circuite secundare - PRAM.*

Pentru fiecare activitate au fost propuse și măsurile de prevenire a riscurilor corespunzătoare fiecărui factor de risc identificat.

Nivelul de risc pentru fiecare activitate în parte a fost calculat ca medie ponderată a nivelurilor de risc rezultate pentru fiecare risc propriu celor patru elemente ale sistemului de muncă:

- *mijloace de producție;*
- *sarcină de muncă;*
- *mediu de muncă;*
- *executant.*

După analiza făcută s-a ajuns la concluzia că stația electrică trebuie să intre în **re tehnologizare totală**, din următoarele considerente:

- *vechime a aparatelor din circuitele primare din stațiile de 400 kV, 220 kV, 110 kV și 20 kV;*
- *vechime a aparatelor din circuitele secundare din stațiile de 400 kV, 220 kV, 110 kV și 20 kV;*

Datorită acestor aparataje foarte vechi pericolul de incidente și accidente este foarte mare, ceea ce ar periclita bunul mers al Sistemului Electroenergetic Național.

Pericolul de accidentare și îmbolnăvire profesională este foarte ridicat mai ales în stația de 20 kV, ceea ce reprezintă un motiv în plus pentru ca stația să intre în **re tehnologizare totală**.

Bibliografie

1. Parlamentul României, Legea securității și sănătății în muncă nr. 319/2006, Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 646/26.07.2006 (accesat la data de 10.03.2023)
2. Guvernul României, H.G. nr 1425/2006 pentru aprobarea Normelor metodologice de aplicare a prevederilor Legii securității și sănătății în muncă nr. 319/2006, Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 882/30.10.2006 (accesat la data de 10.03.2023)
3. Guvernul României, H.G. nr. 955/2010 pentru modificarea și completarea Normelor metodologice de aplicare a prevederilor Legii securității și sănătății în muncă nr. 319/2006, aprobate prin H.G. nr. 1425/2006, Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 661/27.09.2010 (accesat la data de 10.03.2023)
4. Institutul Național de Cercetare- Dezvoltare pentru Protecția Muncii „Alexandru Darabonț”- Metoda de evaluare a riscurilor din punct de vedere al securității și sănătății în muncă (accesat la data de 10.03.2023)
5. www.transselectrica.ro (accesat la data de 10.03.2023)

SOLUTII DE CRESTERE A EFICIENTEI ENERGETICE IN TRANSPORTUL ELECTRIC PE SINE

Student : Grigorie ZAMFIRACHE¹

Adresa email: george.zamfirache@yahoo.com

Coordonator: conf.univ.dr.ing. **Maria Daniela STOCHITOIU²**

¹ *Universitatea din Petrosani, Facultatea Inginerie Mecanica si Electrica, specializarea: Energetica Industriala, anul IV*

² *Universitatea din Petrosani, Facultatea Inginerie Mecanica si Electrica, Departamentul A.C.I.E.E.*

Rezumat. Cresterea eficientei energetice in sectorul de transport și limitarea poluării mediului datorata energiei utilizate sunt aspecte importante ale dezvoltarii sustenabile a economiei. Datorita eficientei sale ridicate, dezvoltarea tractiunii electrice (metrou, tranvai, trenuri interurbane, trenuri suburbane, trenuri de mare viteza) atât pentru călători cat și pentru bunuri, poate asigura o reducere a energiei utilizate în acest sector și astfel limitarea poluării mediului ambinat. Transportul electric are o eficiență energetica superioară altor moduri de transport și poate avea un impact pozitiv asupra reducerii nivelului energiei utilizate.

Cuvinte cheie. Eficienta energetica, transport urban, amprenta carbon,

Introducere

Eficienta energetica, a dobandit o semnificatie majora in conceperea si implementarea proiectelor nationale si trans-nationale, datorita importantei conceptelor si masurilor ce decurg din analiza specifica a proceselor energetice.(Arad,2010) Din perspectiva protectiei mediului inconjurator, este esentiala analogia conform careia fiecare kWh consumat conduce la reducerea amprentei de carbon cu aproximativ 1 kg CO₂.(Niculescu 2004)

Sectorul transporturi folosește cca un sfert din totalul energiei utilizate în lume, determinând aproximativ 20% din emisiile globale de poluanți în atmosferă. (Utu, 2020)

Creșterea eficienței energetice a sistemului de transport electric interurban necesită adoptarea următoarelor măsuri principale:

-Modernizarea echipamentelor de tracțiune și a infrastructurii și utilizarea sistemelor de recuperare a energiei de frânare în stațiile electrice de tracțiune sau în apropierea acestora; dotarea vehiculelor motoare cu sisteme de recuperare a energiei de frânare în cazul în care acesta se justifică economic.

-Modernizarea vehiculelor utilizate în tracțiunea electrică pentru reducerea maselor, adoptarea unor forme aerodinamice, controlul electronic al vitezei, control pozitionare prin GPS;

-Intercondiționarea graficului de mers pentru limitarea pierderilor în linia de contact prin încărcarea excesivă a unor sectoare de traseu;

-Adoptarea unui program adecvat de mentenanță a vehiculului motor dar și a vagoanelor (ungerea zonelor de frecare, evitarea pierderilor inutile de căldură pe durata iernii, etc.)

-Adaptarea numărului și structurii vagoanelor la numărul potențial de călători;

-Pregătirea personalului pentru responsabilitate energetică;

-Dezvoltarea unui sistem inteligent pentru măsurarea energiei utilizat pentru evidențierea receptoarelor cu randamente reduse;(Golovanov 2007)

-Creșterea eficienței sistemelor auxiliare ale trenului: încălzire, aer condiționat, iluminat, sisteme în asteptare,

-Creșterea vitezei de mers pe trasee lungi (trenurile de mare viteză asigură o economie de energie electrică de peste 15%, pe același traseu parcurs de trenuri cu viteză redusă);

-Limitarea pierderilor cauzate de perturbații electromagnetice determinate de funcționarea sistemului de tracțiune electrică (limitarea căderilor de tensiune, reducerea nesimetriei rețelei electrice de alimentare, limitarea fluctuațiilor de tensiune, reducerea distorsiunii curentului electric absorbit de vehiculul motor);

-Utilizarea frânării recuperative pe traseele cu denivelări;

-Monitorizarea calității puterii electrice în punctul de conectare în rețeaua electrică publică.

Randamentul energetic global η_g al unui sistem de tracțiune electrică poate fi determinat în funcție de randamentele de pe tot lantul energetic până la motoarele de acționare (Cazacu 202):

$$\eta_g = \eta_{CE} \cdot \eta_{SE} \cdot \eta_{SSTE} \cdot \eta_L \cdot \eta_M \quad (1)$$

η_{CE} – randamentul centralelor electrice care generează energia necesară sistemului de tracțiune electrică;

η_{SE} – randamentul de transfer a energiei electrice în sistemul electroenergetic pînă la stația de tracțiune electrică;

η_{SSTE} - randamentul substației de tracțiune electrică

η_L - randamentul sistemului de alimentare la medie tensiune (line de contact, circuitul de întoarcere);

η_M – randamentul vehiculului motor.

Dacă se consideră că energie electrică este obținută în centrale electrice utilizând combustibili fosili sau surse nucleare ($\eta_{CE}=0,34$), randamentul de transfer a energiei electrice în sistemul electroenergetic pînă la substația de tracțiune electrică ($\eta_{SE} = 0,9$), randamentul substației de tracțiune electrică ($\eta_{SSTE} = 0,95$), randamentul sistemului de alimentare la medie tensiune ($\eta_L = 0,85$) și randamentul vehiculului motor ($\eta_M = 0,85$), obțin un randament global de $\eta_g = 0,2$.

În cazul în care energia electrică utilizată în sistemul de tracțiune electrică provine din energie hidro, randamentul lantului energetic poate ajunge la 55%.

Randamentele pot fi substanțial îmbunătățite în cazul în care este utilizată frânarea recuperativă a motoarelor de acționare (în general pe trasee denivelate) (Orban 2002)

Circuitul de întoarcere compus din șine, eclisări longitudinale și transversale, conectat la intervale egale la pămînt și la structurile metalice suport, are un rol important la limitarea pierderilor în sistemul de alimentare. Structura circuitului de întoarcere este proiectat pentru a asigura o rezistență electrică redusă a acestuia și o cădere redusă de tensiune în lungul șinei, limitând astfel căderea de tensiune între șină și pămînt, reducerea curentului electric ce circulă prin pămînt și asigurând o mai bună detectare a defectului la un scurtcircuit între firul de cale și pămînt.

În (figura 1) prezintă un sistem modern de realizare a circuitului de întoarcere a curentului electric. Schema permite limitarea tensiunilor de pas și de contact în apropierea șinei. De asemenea, se asigură caracteristicile necesare circuitului de comandă de audiofrecvență.

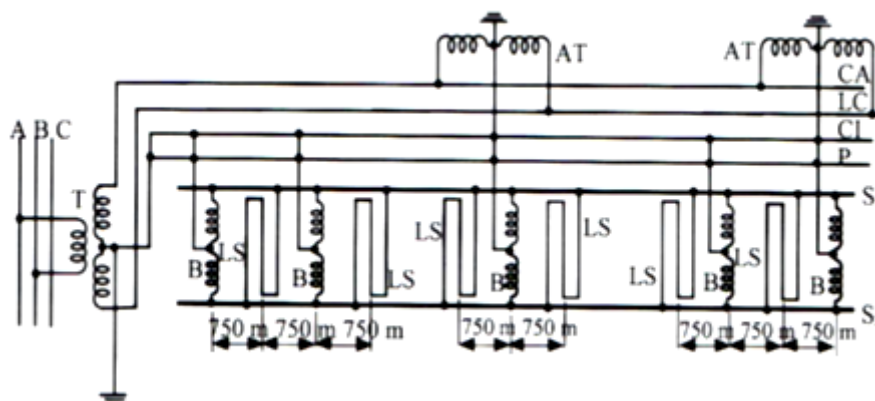


Fig. 1 Circuitul de întoarcere a curentilor electrici în cazul sistemului 2x25kV

Între șinele sistemului de tracțiune este conectată bobina B, cu mijlocul înfășurării conectat la pămînt pentru a asigura egalitatea curentilor electrici de întoarcere prin cele două șine. Legăturile LS în formă de S sunt amplasate la o distanță între ele de cca 1500m, sunt elemente ale circuitului de frecvență audio și asigură informația necesară poziționării trenului.

2. Recuperarea energiei de frânare

Energia posibil de a fi obținută la frânarea vehiculelor electrice este determinată de masa în mișcare și de viteză în momentul frânării. În acest sens, recuperarea energiei de frânare devine rațională în cazul vehiculelor cu masă ridicată, viteză mare în momentul frânării și cu număr mare de frânări. De asemenea, este rațională în cazul traseelor denivelate pe porțiunea de coborâre a vehiculului. Energia de frînare este utilizată eficient în măsura în care este folosită în sistem propriu, fără a fi transferată în sistemul public de alimentare. (Utu 2020)

Recuperarea energiei de frânare în cazul tramvaielor și troilebuzelor, pe un traseu plat, nu este eficientă economic datorită masei relativ reduse și a vitezei reduse pe traseu. Numai în localități cu mari denivelări de teren poate fi analizată soluția de recuperare a energiei de frânare pe traseul de coborâre.

Recuperarea energiei de frânare este rațională la trenurile de metrou caracterizate de masă ridicată (cca 170tone), viteză mare în momentul frânării (cca 20m/s) și un număr ridicat de frânări la intrarea în stație. Numai energia care nu poate fi utilizată în sistemul intern al metroului (echipamente auxiliare, iluminat, ventilație, etc.) trebuie să fie retransmisă în sistemul public de alimentare. În acest sens, substațiile de tracțiune electrică pot fi prevăzute cu circuite speciale de transfer a energiei electrice în rețeaua electrică de alimentare.

Pentru asigurarea transferului bidirecțional al energiei între linia de contact și sistemul alternativ de alimentare pot fi utilizate în principal două soluții:

- Înlocuirea diodelor redresoare din substația de tracțiune cu semiconductoare comandate (figura 2);

- Conectarea, în paralel cu sistemul de alimentare cu tensiune continuă, a unui circuit special pentru recuperarea energiei (figura.3).

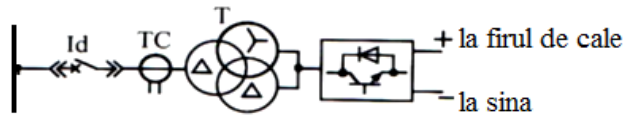


Fig. 2 Schema de principiu a unei substații pentru alimentarea circuitelor de tracțiune interurbană cu posibilitatea recuperării energiei de frânare

În cazul unei instalații speciale, sistemul de recuperare a energiei de frânare include un convertor c.c.-c.a conectat pe partea de tensiune continuă la linia de contact iar pe partea de tensiune alternativă la barele de alimentare de 20kV.

Convertorul este comandat astfel încât să se asigure recuperarea energiei în momentul în care tensiunea la linia de contact devine mai mare decât tensiunea de referință, $U_{LC} > U_{Cfr}$ (figura.4). Elementele semiconductoare ale convertorului sunt comandate de la blocul de control care primește informațiile necesare privind tensiunile U_{Cf} și U_{Cfr} , dar și cele privind tensiunea de la barele de alimentare de 20kV precum și cele privind curenții electrici I_{LA} , I_{LB} , I_{LC} absorbiți de transformatorul de tracțiune T și curenții electrici I_{SA} , I_{SB} , I_{SC} absorbiți din rețeaua electrică de alimentare.

Sistemul de filtrare de tip LCRL are rolul de a limita perturbațiile determinate atât de funcționarea convertorului cât și unele perturbații de pe linia de contact. Decuplarea convertorului de la linia de contact, în intervalele de timp în care acesta nu este necesar se face prin intermediul diodei D_s și a bobinelor L_s (Petrescu L 2016, 9)

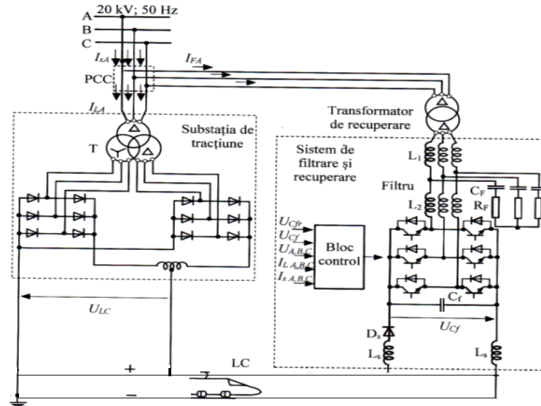


Fig. 3 Schema de principiu a unei substații pentru alimentarea sistemului de tracțiune urbană cu recuperarea energiei de frânare

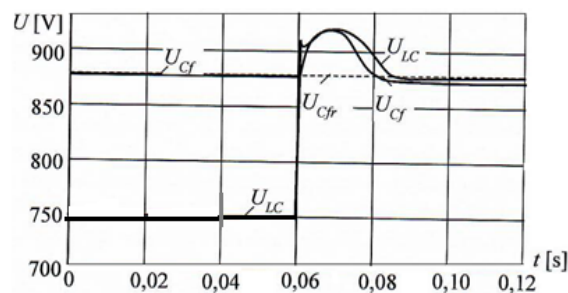


Fig. 4 Frânarea rcuperativă a unui vehicul de tracțiune urban

Pe durata normală de funcționare, tensiunea U_{LC} între linia de contact și șină este de cca.750V iar tensiunea la bornele condensatorului C_f este de cca 850V astfel că dioda D_s este blocată. În momentul în care începe procesul de frânare (figura 4) tensiunea pe linia de contact are o creștere mai mare decât tensiunea la bornele condensatorului C_f , dioda D_s se deblochează dar și diodele din substația de tracțiune se blochează. Energia recuperată din procesul de frânare este transmisă în rețeaua electrică de alimentare de 20kV. Procesul de transfer are loc până în momentul în care vehiculul ajunge la o viteză sub 30% din viteza nominală. În continuare frânarea vehiculului se face pneumatic sau mecanic.

Spre exemplu, consider un tren de metrou cu o masă m de cca 170tone, efectuând zilnic 18 curse cu 12 opriri la fiecare cursă. Dacă consider viteza trenului la intrarea în stație $v = 20m/s$ și având în vedere că este

posibilă recuperarea a cca 70% din energia cinetică a vehiculului, rezultă că în fiecare zi poate fi recuperată energia W_{zi} :

$$W_{zi} = 0,7 \cdot \frac{m \cdot v^2}{2} \cdot 18 \cdot 12 = 5,14 \text{ GJ} \quad (2)$$

care reprezintă 1,43 MWh pe zi. Dacă consider prețul energiei electrice egal cu 1000lei MWh, se pot recupera zilnic 1430 lei pe un tren de metrou.

Energia recuperată poate fi acumulată în sisteme de stocare cu utilizare în sisteme auxiliare (iluminat, ventilație, etc.) sau poate fi utilizată în sistemul de tracțiune electrică prin stabilirea unui grafic de mers adecvat (vehiculul care frânează trebuie să contribuie la alimentarea vehiculului care demarează). (Stochitoiu și Utu 2020)

În cazul trenurilor care frânează pe un traseu de coborâre este rațională corelarea cu un tren care se află pe panta de urcare.

3. Utilizarea transformatoarelor electronice

Tendința actuală de a asambla trenurile de pasageri sub forma de rame, fiecare cu motorul ei de acționare, renunțându-se la configurația locomotivă cu putere concentrată și vagoane antrenate, a determinat posibilitatea decuplării greutății locomotivei de forța de aderență la șină. În acest fel, a apărut necesitatea ca ansamblul de acționare să ocupe cât mai puțin loc și să aibă o greutate redusă, pentru a oferi locuri suplimentare pasagerilor. (Utu 2020)

Soluția utilizând transformator de medie frecvență (transformator electronic) oferă posibilitatea obținerii unor indicatori energetici superiori (kWh/pasager km), randamente superioare și perturbații reduse în rețeaua electrică de alimentare.

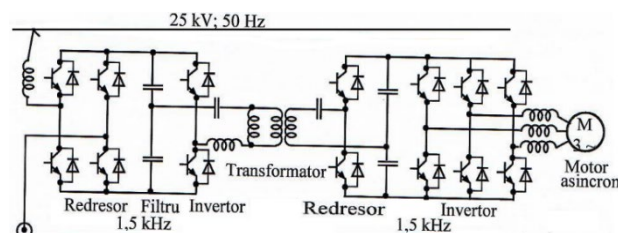


Fig. 5 Schema de principiu a unui transformator electronic pentru tracțiunea electrică

Tensiunea de alimentare de la firul de cale FC este redresată într-un redresor de medie tensiune, filtrată și alimentează un inverter funcționând la medie frecvență (cca 2kHz). Transformatorul de medie tensiune alimentat de la inverter are dimensiuni și greutate redusă și ar putea ajunge la o densitate de putere de 0,75kVA/kg și puteri până la 1,5MVA.

Secundarul transformatorului determină o tensiune joasă care este redresată, filtrată și aplicată unui inverter trifazat lucrând în patru cadrane, care asigură sistemul de alimentare pentru motoarele trifazate de acționare.

Concluzii

Tracțiunea electrica urbană, interurbana și suburbana reprezinta un mare utilizator de energie electrică, cu variații mari ale puterii absorbite, în funcție de procesul din fiecare moment: accelerare, mers normal, frânare și staționare. De asemenea, sunt importante profilul de cale și sarcina transportată.

Pentru a analiza eficiența energetică a acestui receptor trebuie să fie aleși indicatori adecvați, măsurabili, care să ia în considerare caracterul dinamic al puterii absorbite. Auditul energetic pentru acest tip de utilizator impune urmărirea unei proceduri specifice.

Sistemele actuale de reglare a vitezei și de recuperare a energiei de frânare bazate pe circuite cu semiconductoare de putere, modul de alimentare între două faze din sistemul public de energie electrică în cazul tracțiunii interurbane la tensiunea alternativă de 25-27,5kV între linia de contact și șină iar a sistemelor de tracțiune urbană la tensiune continuă de 800-1500V. Cele două limite sunt determinate de condiții de securitate a călătorilor în exteriorul orașelor respectiv în mediul urban.

Bibliografie

- 1 Arad Susana. *Utilizarea energiei electrice*, Ed. Focus, Petrosani, 2010
- 2 Cazacu E., s.a *Elemente de calitate și eficiență a energiei în instalațiile electrice moderne*, Ed. Matrixrom, Bucuresti, 2020
- 3 Goglovanov N., s.a *Eficiența energetică. Mediul. Economia modernă*, Ed. Agir, București, 2017
- 4 Orban M.D., s.a. *Electrotehnică și masini electrice*, Ed. Academica Brâncuși, Tirgu Jiu, 2002

- 5 Niculescu Titu, s.a. *Calitatea energiei electrice in perspectiva interconectarii sistemului energetic national cu sistemele vest-europene*, Ed. Focus, Petroșani, 2004
- 6 Petrescu L, s.a *Expertiza sistemelor electrice industriale*, Ed. Printech, București, 2014
- 7 Stochitoiu M.D., *Fundamente teoretice ale elementelor și instrumentelor de eficientizare a managementului energetic*, Ed. Universitas, Petrosani, 2020
- 8 Utu I *Tractiune electrica*, note de curs Petrosani, 2020
- 9 *** Revista online-Mesagerul energetic
- 10 *** *Energy performance of large power transformers*, Standard EN 50629:2014
- 11 *** ABB Energy Efficiency Handbook Power Generation Eneergy Efficient Design of Auxiliary System, ABB2019
- 12 *** IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Nosinusoidal, Balanced or unbalanced Conditions 2010