

# STUDIUL SISTEMULUI DE ACȚIONARE MOTOR ASINCRON - CONVERTOR STATIC

**Autori:** Raul-Florin KERTESZ<sup>1</sup>, Săndel Anton BUDRIȘ<sup>2</sup>  
[raul.kertesz@yahoo.com](mailto:raul.kertesz@yahoo.com), [lpricop7@gmail.com](mailto:lpricop7@gmail.com)

**Coordonatori:** Șef lucr.dr.ing. Florin POPESCU<sup>3</sup>, Conf.univ.dr.ing. Dragoș PĂSCULESCU<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Energetică Industrială, anul IV

<sup>2</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Energetică Industrială, anul II

<sup>3</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul: ACIEE

## Rezumat

În cadrul acestei lucrări se vor analiza parametrii energetici ai unui sistem de acționare format dintr-un motor asincron trifazat și un convertor static indirect de frecvență, care se alimentează de la o sursă de tensiune trifazată de 380/220 V la o frecvență de 50 sau 60 Hz. Curentul maxim absorbit are valoarea 13A la o putere aparentă  $S_N=8,5$  [KVA]. Frecvența de ieșire se poate regla între 0,5-144 Hz.

## Cuvinte cheie

*Motor electric, convertor, tensiune electrică, curent electric, energie.*

### 1. Introducere

Dezvoltarea automatizărilor industriale a condus implicit și la perfecționarea sistemelor de acționare electrică, cu atât mai mult cu cât asemenea instalații reprezintă cea mai răspândită formă de conversie a energiei electrice în energie mecanică.

Convertoarele statice (CS) au devenit un element important în sistemele de alimentare cu energie electrică a consumatorilor de orice tip. Cel mai frecvent, convertoarele statice sunt utilizate în sisteme reglabile de acționare electrică, sarcina fiind în acest caz un motor electric. Astfel, printr-o comandă adecvată furnizată de un regulator în circuit închis, convertoarele statice reglează parametrii energie electrice de ieșire, la necesitățile cerute de motorul electric.

Convertoarele statice indirecte de frecvență (convertoare statice cu circuit intermediar de curent continuu) au funcția de a modifica frecvența și tensiunea de la ieșire. Sunt compuse din redresor, circuitul intermediar de curent continuu și invertor. Majoritatea invertoarelor din componența convertoarelor statice indirecte de frecvență sunt invertoare cu comutație forțată. Conversia realizată prin intermediul unei forme intermediare de energie de curent continuu, practic, nu are limitări substanțiale din punctul de vedere al frecvenței de ieșire.

În funcție de modul de comandă a elementelor semiconductoare de putere din cadrul invertorului, acestea se pot clasifica în:

- invertoare cu conducție pe toată durata pulsului;
- invertoare cu modulație în lățime (invertoare PWM).

În funcție de numărul de faze ale invertorului, putem avea:

- invertoare monofazate;
- invertoare trifazate.

Fiecare invertor poate fi realizat în diferite variante, ele putând fi clasificate, după tipul circuitelor de stingere, astfel:

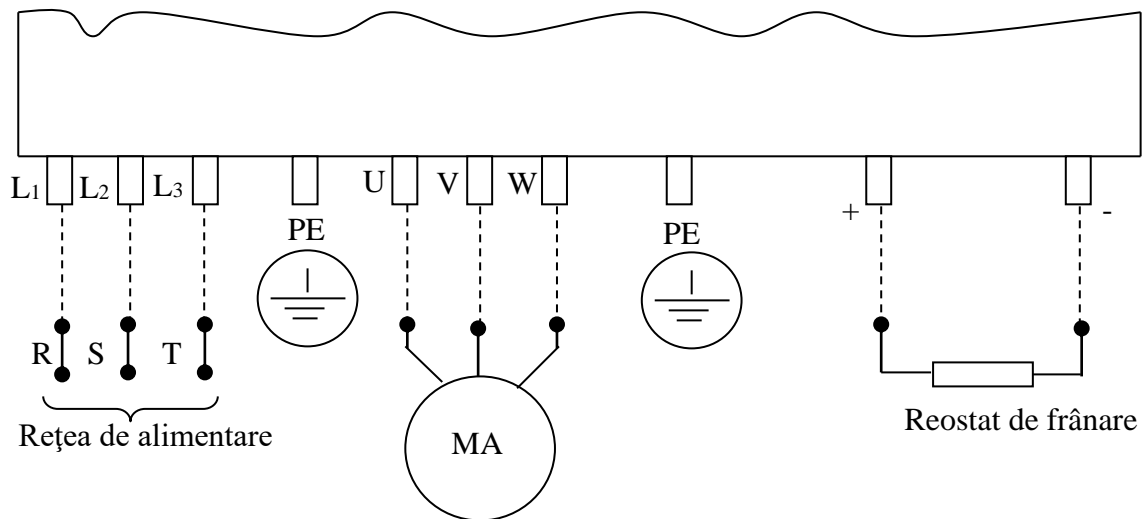
- invertoare cu circuite de stingere individuale cu tiristor auxiliar;
- invertoare cu stingere automată comandate prin intrarea în conducție a altui tiristor;
- invertoare cu circuit de stingere comun.

### 2. Analiza sistemului motor-convertor

#### 2.1. Parametrii convertorului static de frecvență.

În cadrul acestei lucrări se va studia funcționarea unui convertor static de frecvență pentru motoare asincrone trifazate care se alimentează de la o sursă de tensiune trifazată de 380/220 V la o frecvență de 50 sau 60 Hz. Curentul maxim absorbit are valoarea 13A la o putere aparentă  $S_N=8,5$ KVA. Frecvența de ieșire se poate regla între 0,5-144 Hz.

Schema amplasării bornelor este prezentată în figura 1:



**Fig. 1.** Schema amplasării bornelor

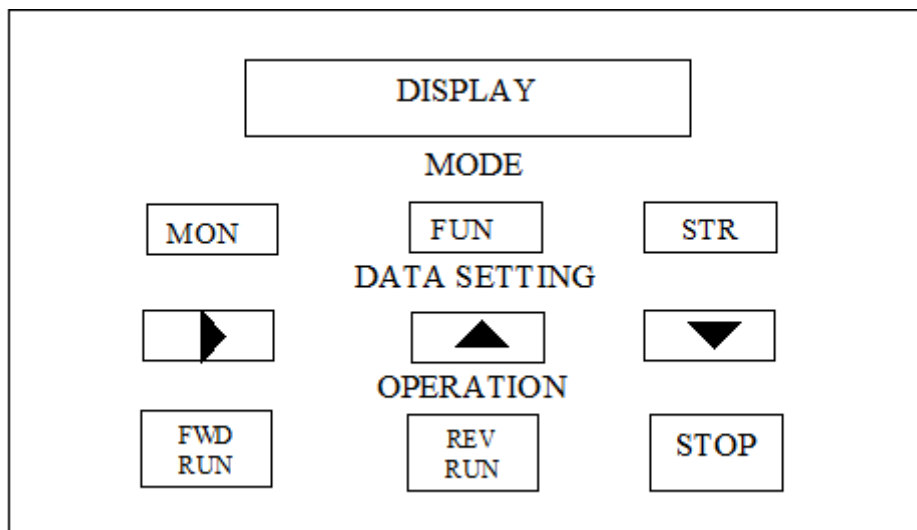
L1, L2, L3 – Bornele de alimentare de la rețeaua trifazată de tensiune

U,V,W – Bornele de la care se alimentează mașina asincronă.

PE – Nul de protecție

+, - Borne la care se leagă reostatul de frânare

Panoul de control prin intermediul căruia se introduc și se extrag date de la convertorul static este prezentat în figura 2:



**Fig.2.** Panoul de control al convertorului static

- MON** - Accesează funcții prin intermediul cărora convertorul se leagă la terminalul unui calculator
- FUN** - Accesează lista de funcții și parametrii care se pot introduce pentru rularea unei aplicații.
- STR** - Salvează parametri introduși sau modificați
- ▲** - Trece la parametrul anterior sau încreează valoarea afișată
- ▼** - Trece la parametrul următor sau decrementează valoarea afișată
- ▶** - Se deplasează cursorul sub valoarea care se dorește a fi modificată.
- FWD RUN** - Pornirea motorului într-un sens

REV RUN	- Pornirea motorului în sens invers
STOP	- Decuplarea motorului

În continuare se prezintă principalele funcții care se pot configura prin intermediul panoului de control pentru a se realiza o aplicație.

F-01 ACCEL-1 – panta de accelerare. Se reglează timpul în care frecvența crește de la zero la valoarea reglată

F-02 DECCEL-1 – Panta de frânare. Timpul în care frecvența scade de la valoarea reglată la zero.

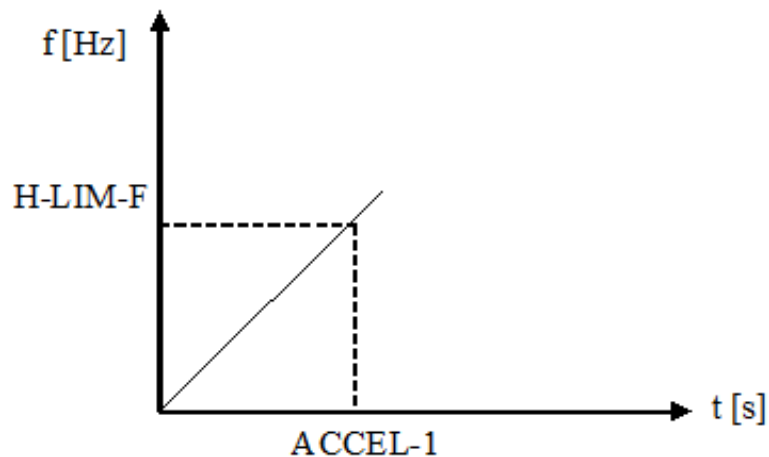
F-05 H-LIM-F – Se introduce frecvența maximă a tensiunii de ieșire a convertorului.

F-06 L-LIM-F – Frecvența minimă a tensiunii de ieșire.

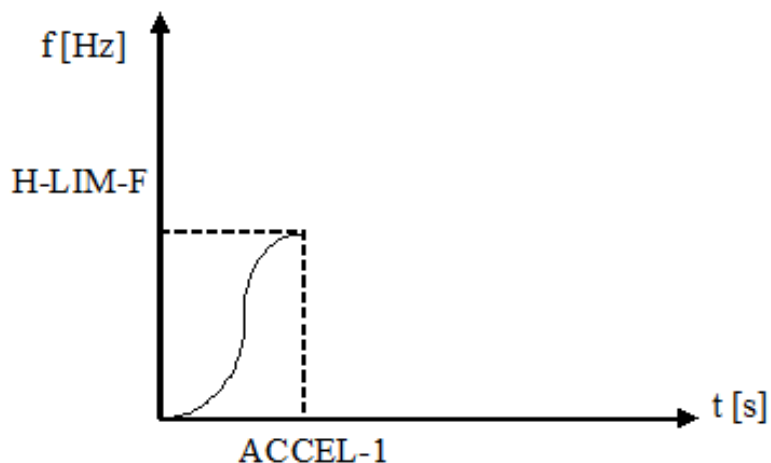
F-24 ACC line – Se selectează forma pantei de accelerare.

Această funcție conține două valori implicite care pot fi selectate (Figura 3):

- Linear



- S – Curve

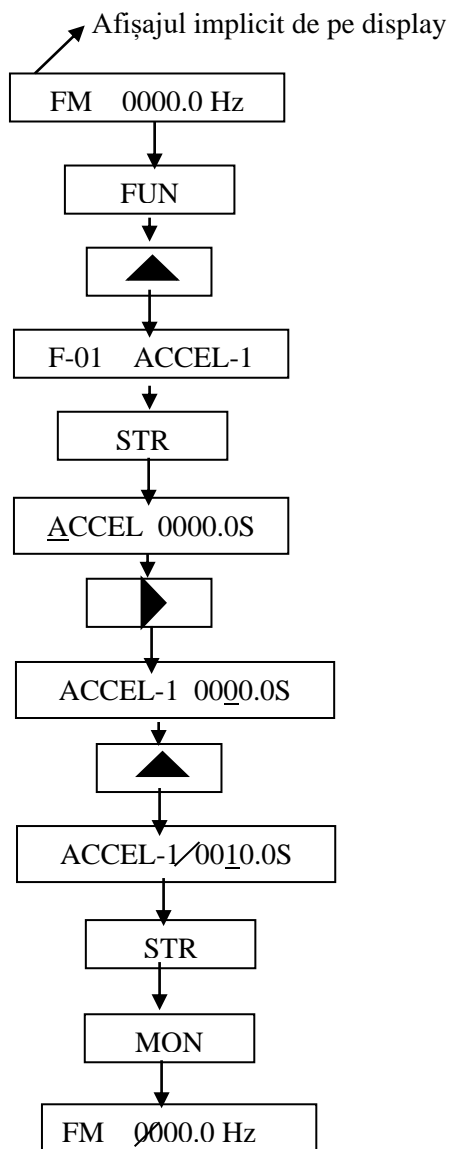


**Fig.3.** Principalele funcții care se pot configura prin intermediul panoului de control

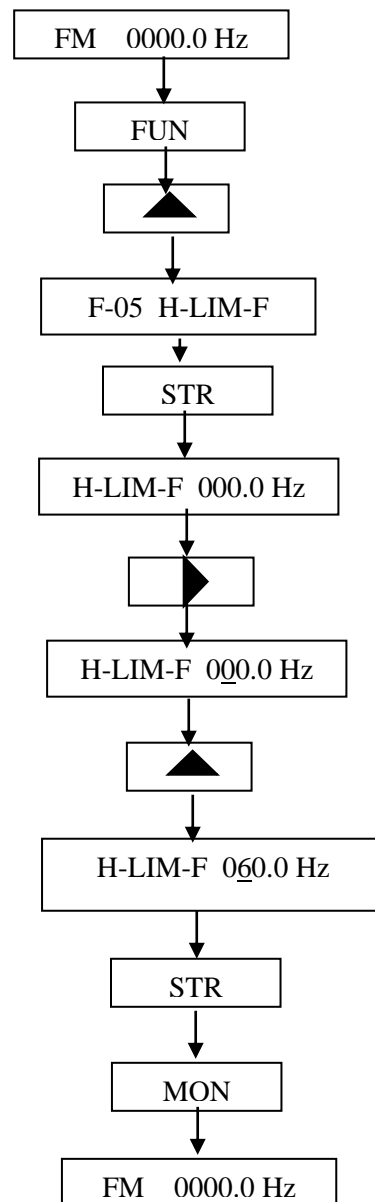
F-25 DEC line - Se selectează forma pantei de frânare. Are aceleași valori implicite „linear” și „S-Curve”

F<sub>11</sub>- F stop-T – Releu de timp (temporizare la acționare)

În secvențele următoare sunt prezentate câteva exemple de introducere a parametrilor necesari unei aplicații (Figura 4):



Prin această succesiune s-a reglat panta de accelerare la 10 s

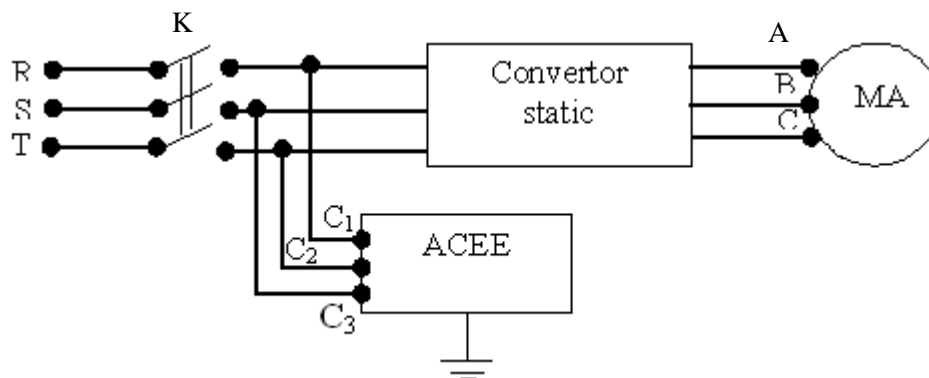


Prin secvența de mai sus s-a fixat frecvența maximă la valoarea de 60 Hz

**Fig.4.** Exemple de introducere a parametrilor necesari unei aplicații

### 2.2. Desfășurarea lucrării

În continuare, în figura 5 se prezintă schema de montaj, cu ajutorul căreia am obținut o serie de măsurători cu principalii parametri:



**Fig.5.** Schema de montaj  
ACEE – analizor de calitate a energiei electrice

### MA – motor de curen alternativ

Se închide K alimentând convertorul și prin setarea corespunzătoare a acestuia se testează câteva dintre funcțiile prezentate la partea teoretică. În schemă s-a apasat și un analizor de calitate a energiei electrice cu ajutorul căruia se poate observa forma tensiunii de alimentare a motorului și regimul deformant pe care convertorul îl introduce în rețeaua de alimentare.

Cu ajutorul analizorului de calitate a energiei putem să vizualizăm și să stocăm cu ajutorul unui calculator valori măsurate, analiza armonică și variația în timp a curentului și tensiunii la diferite momente de timp. Pe baza acestor capturi s-au calculat amplitudinile armonicilor de curent și tensiune, precum și coeficienți caracteristici ai regimului deformant.

În continuare, în figura 6 sunt prezentate câteva armonici care au fost înregistrate cu ajutorul unui analizor de calitatea energiei electrice.

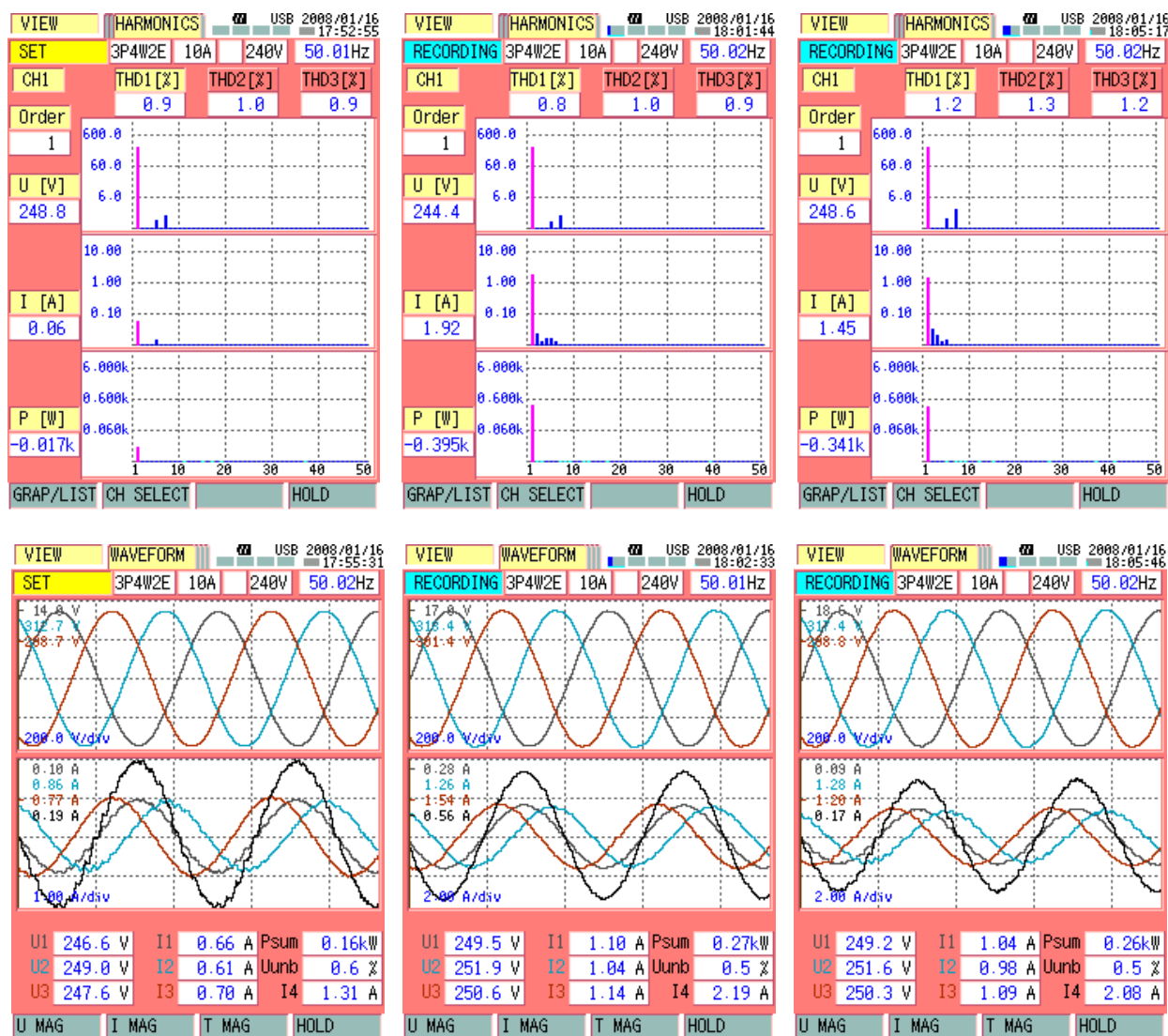


Fig.5. Parametrii energetici ai sistemului de acționare

### Concluzii

Pe baza acestora se pot calcula valorile armonicilor de curent, precum și valorile coeficienților caracteristici. În urma acestora se vor trage concluziile cu privire la avantajele și dezavantajele pe care le au introducerea elementelor semiconductoare de putere, în pornire, reglarea și acționarea motoarelor electrice de curent alternativ.

Lucrarea a prezentat o variantă modernă și utilă pentru studiul funcționării motoarelor electrice, în condițiile introducerii electronicii de putere, încercând să prezinte toate aspectele necesare. Lucrarea are un caracter didactic, fiind utilă pentru studenții care studiază convertoarele statice, precum și mașinile electrice.

### Bibliografie:

1. Al. Bitoleanu, ș.a., *Convertoare statice*, Editura Infomed, Craiova, 1997.
2. M.D. Marcu, D. Borca, *Convertoare statice în acționări electrice*, Editura TOPOEXIM, București, 1999.
3. M. D. Marcu, F.G. Popescu, *Convertoare statice -lucrări de laborator*, Editura Universitas, Petroșani, 2010.

4. I. Novac, E. Micu, ș.a., *Mașini și Acționări Electrice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.
5. F.G. Popescu, M.D. Marcu, *Metode moderne de analiză și reducere a armonicilor de curent și tensiune*, Editura Universitas, Petroșani, 2016.
6. F.G. Popescu, R. Slusariuc, I. Uțu, *Mașini și acționări electrice - lucrări de laborator*, Editura Universitas, Petroșani, 2017.
7. Ghe. Tunsoiu, ș.a., *Acționări electrice*, Editura Tehnică, București, 1981.

# ELECTROSECURITATEA – PILON IMPORTANT AL SECURITĂȚII INDUSTRIALE

**Dănuț Mircea PINTEA**<sup>1</sup>, **Tabita Gabriela BORSȘ**<sup>2</sup>,  
mdm.pintea\_prest@yahoo.com

Șef lucr.dr.ing. **Daniel Nicolae FÎȚĂ**<sup>3</sup>, Conf.univ.dr.ing. **Dragoș PĂSCULESCU**<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, specializarea: Electromecanică, anul III*

<sup>2</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Științe, specializarea: Asistență Socială, anul I*

<sup>3</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Centrul de Cercetare: Studii Strategice de Securitate Energetică*

<sup>4</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Departamentul: Automatică, Calculatoare, Inginerie Electrică și Energetică*

## Rezumat

Electrosecuritatea care se definește prin asigurarea de locuri de muncă sigure și ergonomice materializate prin securitatea echipamentelor/instalațiilor și siguranța a lucrătorilor, reprezintă cea mai importantă temă pentru majoritatea contextelor de analiză strategică a securității industriale și economice. Având în vedere statutul țării noastre de stat membru ENTSO-E (Rețeaua Europeană a Operatorilor de Transport și de Sistem pentru Electricitate), Uniunea Europeană a devenit în ultimul deceniu un pol activ al spațiului geopolitic și geostrategic de confruntare directă a intereselor energetice dintre marile puteri mondiale. Pe acest fond, mijlocul preferat de amenințare se dovedește a fi terorismul energetic (crize de black-out provocate prin atacuri cibernetice sau teroriste) și arma energetică, utilizată atât pentru promovarea unor interese economice majore, cât și ca instrument de influență și șantaj politic. Din acest motiv, energia electrică nu mai este doar un factor al ecuației de putere energetică a unui stat, ci și un element de influență și control politic, cu reflexii în planul instabilității și insecurității europene.

## Cuvinte cheie

*Electrosecuritate, securitate industrială, terorism energetic*

### 1. Introducere

Parte integrantă a securității echipamentelor și instalațiilor (infrastructuri), asigurarea de locuri de muncă sigure precum și asigurarea securității și sănătății în muncă a lucrătorilor, trebuie să constituie astăzi domeniul preocupărilor conjugate ale disciplinelor tehnice, de intelligence și securitate, interesate deopotrivă de găsirea celor mai adecvate metode și mijloace de securitate industrială, de securitate a lucrătorilor, de proiectare, optimizare și de asigurare a funcționalității locurilor de muncă în condiții de maximă siguranță, fără a perturba bunul mers al economiei naționale cu efect asupra securității industriale și implicit naționale.

### 2. Sistemul de muncă socio-tehnic – principii de funcționare

Omul, sau lucrătorul, fiind cea mai importantă verigă din tot spectrul social, politic, de securitate, militar și al muncii, trebuie să se asigure și să-și asigure cele mai bune condiții de muncă într-un mediu de securitate total, riscurile fiind mici sau inexistente. Echipamentele din cadrul procesului de muncă trebuie să fie sigure, să aibă o funcționare ireproșabilă, astfel încât lucrătorul și echipamentele procesului de muncă să interacționeze în condiții de siguranță maximă. Dacă acest lucru este respectat, instalațiile, procesul de muncă și lucrătorul au o armonie perfectă, riscurile fiind mici, nivelul de securitate mare, iar obiectul muncii este realizat, atins:

**instalații securizate → mediu de muncă securizat → proces de muncă securizat → lucrător securizat**

Desigur că în cadrul fiecărei etape pot apărea riscuri de producere de accidente sau incidente, tocmai în acest context venim și accentuăm faptul că fiecare loc de muncă și instalație trebuie evaluată într-o formă foarte serioasă, cu specialiști bine pregătiți în domeniu. Prin evaluare, riscurile, amenințările sau vulnerabilitățile trebuie identificate, evaluate și analizate temeinic. Dacă în procesul de muncă intervin situații speciale: infrastructuri critice și/sau locuri de muncă cu pericol deosebit, periclitând viața sau instalațiile din cadrul mediului de muncă cu efecte în buna funcționare a economiei naționale, trebuie luate măsuri urgente și sigure ca tot spectrul de muncă și de securitate să fie în stare de normalitate. În această ecuație, interdependentă între lucrător și instalație/infrastructură trebuie să intervină statul, implicit UE, prin diferite legi, prescripții tehnice, cu scopul de a îmbunătăți condițiile de muncă sau securizarea instalațiilor, locurilor de muncă sau a lucrătorului. Efectiv, statul trebuie să devină suport pozitiv în această relație OM – INSTALAȚIE astfel încât economia țării noastre să devină prosperă, sigură și profitabilă. Nu se poate vorbi despre o economie profitabilă dacă ea nu este sigură, fără riscuri și fără accidente și/sau incidente catastrofale, care pot provoca crizele.

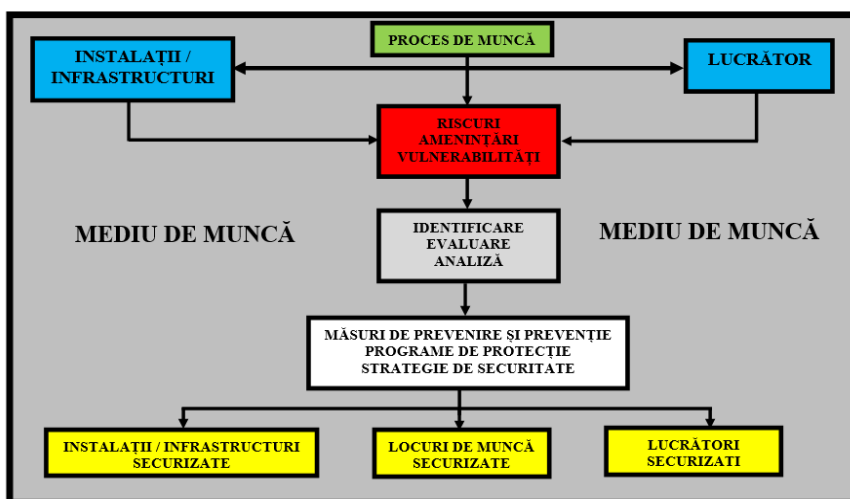


Fig. 1. Schema principală a sistemului de muncă socio-tehnic din industrie (principii de funcționare)

### 3. Componentele electrosecurității

Conceptul de electrosecuritate se compune din două mari componente (conform figurii 2): (Fîță, Moraru, Băbuț, Păsculescu. Pană, Bădică, Vișan, 2019)

- componenta *securității infrastructurilor*;
- componenta *securității locurilor de muncă și a lucrătorilor*.

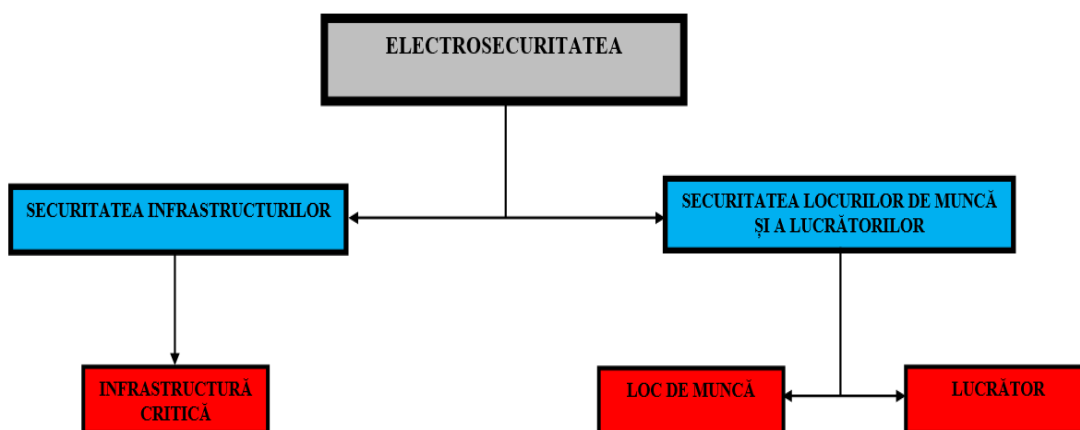


Fig. 2. Componentele electrosecurității

Nu se poate vorbi de securitatea infrastructurilor fără a ține cont de securitatea locurilor de muncă și a lucrătorilor, dar nici nu se poate vorbi de securitatea locurilor de muncă și a lucrătorilor fără a ține cont de securitatea infrastructurilor. Trebuie să existe o corelare între aceste două mecanisme importante, nerespectarea uneia dintre ele având efecte devastatoare care se pot cuantifica în pierderi de vieți omenești, pierderi financiare, întreruperi de energie electrică, pierderea încrederii asupra statului respectiv, scoaterea din circuitele energetice ale UE și izolarea energetică.



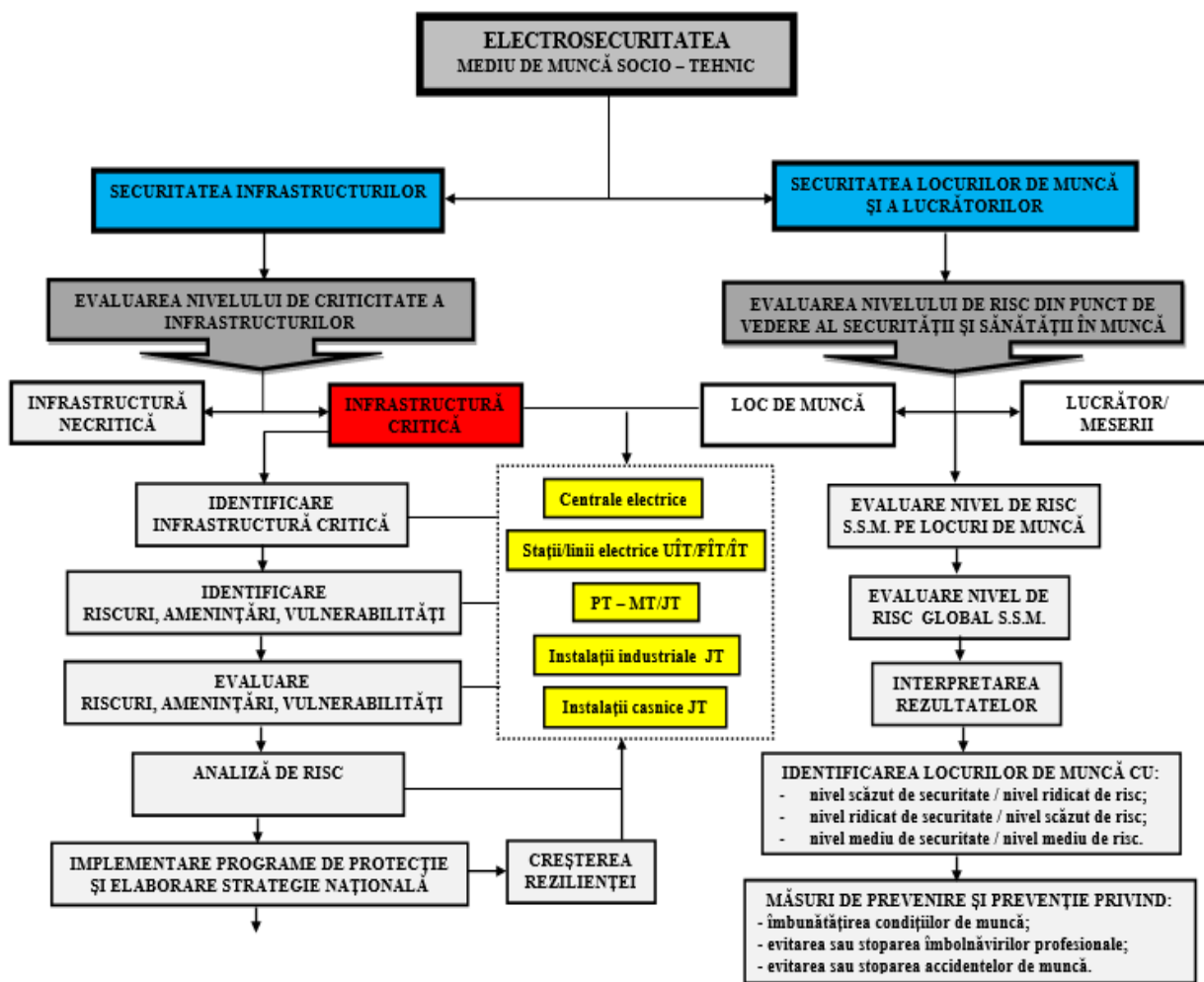


Fig. 3. Mecanismele electrosecurității

#### 4. Securitatea infrastructurilor critice

*Definiții ale infrastructurilor critice:*

- partea din infrastructura națională care este atât de vitală încât distrugerea sau punerea ei în incapacitate de funcționare pot să diminueze grav apărarea și/sau economia unui stat;
- sisteme (energetic și informațional) care sunt atât de vitale pentru stat, încât scoaterea lor din funcțiune sau distrugerea lor poate avea efecte de destabilizare a securității naționale, economiei naționale și stării de sănătate a personalului;

un bun material care este vital pentru funcționarea economiei naționale și a societății. (Fiță, 2019)

#### Conceptul de infrastructură critică

Înmulțirea, fără precedent, în ultimul timp, a riscurilor, pericolelor și amenințărilor la adresa obiectivelor electroenergetice, concomitent cu creșterea numărului și vulnerabilității acestora, a condus la definirea unui nou concept numit: *infrastructură critică*. În literatura de specialitate care tratează infrastructura critică, termenul *critic* se referă la *infrastructura care, dacă este perturbată sau distrusă ar conduce la catastrofe și pagube majore*. Infrastructurile se pot împărți, în funcție de locul, rolul și importanța lor pentru stabilitatea, siguranța și securitatea sistemului electroenergetic național – SEN, în trei mari categorii: (Fiță, Moraru, Fiță, 2017)

- infrastructuri obișnuite;*
- infrastructuri speciale;*
- infrastructuri critice.*

*Infrastructurile obișnuite* – reprezintă o structură, un cadru, care asigură construcția și funcționarea sistemului. Aceste infrastructuri nu prezintă calități deosebite, în afara celor care le justifică existența și prezența în cadrul sistemelor și proceselor.

*Infrastructurile speciale* – au un rol deosebit în funcționarea sistemelor și proceselor, asigurându-le acestora o eficiență sporită, calitate, confort și performanță. De regulă infrastructurile speciale sunt infrastructuri de performanță.

*Infrastructurile critice* – sunt de regulă acele infrastructuri de care depind stabilitatea, siguranța și securitatea sistemelor și proceselor. Infrastructurile critice sunt acele infrastructuri cu rol important în asigurarea securității în funcționarea sistemelor și în derularea proceselor economice, sociale, politice, informaționale și militare.

Infrastructurile sunt considerate critice datorită:

- condiției de unicat în cadrul infrastructurilor unui sistem sau proces;
- importanței vitale pe care o au, ca suport material sau virtual (de rețea), în funcționarea sistemelor și în derularea proceselor economice, sociale, politice, informaționale, militare, etc.
- rolul important de neînlocuit, pe care în îndeplinesc în stabilitatea, fiabilitatea, siguranța, funcționarea și, mai ales în securitatea sistemelor;
- vulnerabilității sporite la amenințările directe, precum și la cele care vizează sistemele din care fac parte;
- sensibilități deosebite la variația condițiilor și, mai ales, la schimbări bruște ale situației.

#### *Identificarea și evaluarea infrastructurilor critice:*

- criteriul fizic, sau criteriul prezenței (locul în rândul celorlalte infrastructuri, mărimea, dispersia, anduranța, fiabilitate, etc.);
- criteriul funcțional, sau criteriul rolului (ce anume „face“ infrastructura respectivă);
- criteriul de securitate (care este rolul ei în siguranța și securitatea sistemului);
- criteriul de flexibilitate (care arată că există o anumită dinamică și o anumită flexibilitate, în ceea ce privește structurile critice, unele dintre cele obișnuite transformându-se, în anumite condiții, în infrastructuri critice și invers);
- criteriul de imprevizibilitate (care arată că unele dintre infrastructurile obișnuite pot fi sau deveni, pe neașteptate, infrastructuri critice)

### **Protecția infrastructurilor critice**

Protecția unei infrastructuri critice este constituită din *totalitatea măsurilor stabilite pentru reducerea riscurilor de blocare a funcționării sau de distrugere a unei infrastructuri critice*. Securitatea națională și internațională sunt dependente, în foarte mare măsură, de infrastructurile critice ale societății, dar acestea sunt tot mai vulnerabile în fața mijloacelor din ce în ce mai sofisticate de atac asupra lor, dar sunt acceptate două axiome în analiza acestui domeniu:

- practic, este imposibil să se asigure protecția 100% a unei infrastructuri critice;
- nu există o soluție unică, universală pentru rezolvarea acestei probleme.

#### *Moduri de abordare a protecției infrastructurilor critice:*

- protecția infrastructurilor critice informaționale, care ia în considerație numai securitatea conexiunilor IT și soluțiile de protecție ale acestora, competențele protecției fizice a celorlalte infrastructuri fiind disipate între diverse organisme de stat sau private;
- asigurarea funcționării neîntrerupte a rețelelor FÎT/UÎT și a elementelor fizice ale infrastructurilor critice, în acest caz protecția fizică reprezintă o componentă a sistemului național de protecție civilă. Se încearcă cooperarea cât mai strânsă între sectorul public și cel privat pentru atingerea unui grad cât mai înalt de protecție a infrastructurilor critice. La nivel de planificare strategică, însă, cooperarea este aproape inexistentă. Acest tip de abordare a fost denumit generic *all hazard approach*;
- realizarea unui sistem minim obligatoriu de protecție a sistemului de guvernare și a anumitor organisme statale, vitale.

### **Îmbunătățirea protecției infrastructurilor critice prin creșterea rezilienței**

Definiție: *o măsură a capacității unui sistem de a continua să funcționeze făcând față modificărilor variabilelor de stare, de conducere, precum și a parametrilor.*

#### *Dimensiunile rezilienței:*

- *reziliența tehnică:* se referă la capacitatea sistemului fizic de a se comporta în mod corespunzător în cazul unei crize;
- *reziliența organizațională:* se referă la capacitatea managerilor care se ocupă de criză să ia decizii și măsuri care să conducă la evitarea unei crize sau de a reduce impactul acesteia;
- *reziliența economică:* se referă la capacitatea entității de a face față costurilor suplimentare care apar într-o criză;
- *reziliența socială:* se referă la capacitatea entității de a reduce impactul unei crize, de adaptare prin ajutorarea primelor persoane care intervin sau celor care acționează în calitate de voluntari.

### **Reziliența infrastructurilor critice**

Reziliența infrastructurilor critice se definește ca fiind capacitatea de a reduce amplitudinea și/sau durata unor evenimente perturbatoare. Eficacitatea rezilienței unei infrastructuri critice sau organizații depinde de capacitatea sa de a anticipa, de a absorbi, de a se adapta la, și/sau de a își reveni rapid, în urma apariției unui eveniment perturbator. Protecția și reziliența infrastructurilor critice sunt concepute complementare și necesare pentru realizarea unei strategii cuprinzătoare de gestionare a riscurilor. Creșterea rezilienței reprezintă o condiție esențială pentru succesul activităților de protecție a infrastructurilor critice. Reziliența este strâns legată de modul în care organizațiile își gestionează riscurile strategice, operaționale și financiare și de modul în care guvernele absorb șocurile la nivelul societății, ca urmare a unor dezastre.

#### *Caracteristici cheie ale infrastructurilor critice:*

- robustețea;

- capacitatea de reacție;
- capacitatea de recuperare rapidă;
- adaptabilitatea.

*Proprietăți ale rezilienței:*

- robustețea;
- redundanța;
- capacitatea de reacție;
- capacitatea de recuperare rapidă.

*Dimensiuni ale rezilienței:*

- tehnică;
- organizatorică;
- socială;
- economică.

## 5. Securitatea locurilor de muncă și lucrătorilor – Securitate și sănătate în muncă

Din multitudinea de elemente care intervin în procesul de muncă, aportul factorului uman în obținerea unor beneficii este esențial. În activitatea pe care o desfășoară, lucrătorul interacționează cu echipamentele de muncă, nu de puține ori în cadrul unui mediu de muncă cu totul dăunător sănătății sale. Lucrătorul, echipamentele de muncă, mediul de muncă și sarcina de muncă formează un sistem complex, cunoscut în literatura de specialitate drept **sistemul de muncă**. Activitatea umană, indiferent de scopul ei, fiind în esență un proces dinamic, cu consum de energie, implică, pe lângă rezultatele pozitive și un impact negativ asupra executantului, ceea ce se traduce prin uzura fizică și psihică a acestuia. În particular, munca are drept conotație obligatorie consumul forței de muncă a omului. În anumite condiții, ritmul sau calitatea consumului pot depăși limitele normale de autoregenerare și echilibru somatopsihic, fapt ce se manifestă prin fenomenul de oboseală, îmbolnăvire sau accidentare. Actualmente, tendințele cele mai avansate pentru îmbunătățirea condițiilor de muncă pot fi sintetizate, după cum urmează: (Fiță, Moraru, 2016)

- considerarea și tratarea securității și sănătății în muncă ca o problemă de stat cu implicații serioase în securitatea națională;
- constituirea unor organisme statale de control și îndrumare a activității preventive, care să dispună de mijloace juridice, tehnice, financiare, etc. eficiente;
- instituirea obligației angajatorilor de a asigura securitatea și sănătatea executanților proceselor de muncă, prin măsuri care să respecte anumite principii generale de prevenire (evitarea riscurilor, evaluarea riscurilor care nu pot fi evitate și diminuarea lor, combaterea riscurilor la sursă, adaptarea muncii la om, adaptarea omului la progresul tehnic);
- dezvoltarea unei politici de prevenire cuprinzătoare și coerente, care să aibă în vedere tehnologiile, organizarea muncii, condițiile de muncă;
- prioritatea măsurilor de protecție intrinsecă și colectivă față de cele individuale;
- instruirea și formarea corespunzătoare a lucrătorilor;
- instituirea responsabilității muncitorilor pentru propria sănătate și securitate, precum și ale altor persoane pe care le pot afecta acțiunile sau atribuțiile lor.

Prin **securitate și sănătate în muncă** se înțelege un ansamblu de acțiuni și măsuri întreprinse în scopul asigurării integrității anatomo-funcționale și sănătății oamenilor în procesul muncii. În accepția cea mai generală, securitatea muncii are ca obiectiv cunoașterea și înlăturarea tuturor perturbațiilor ce pot apărea în procesul de muncă, susceptibile să provoace accidente și îmbolnăviri profesionale. Prin urmare, ea se integrează în ansamblul activităților prin care în orice stat se asigură protecția socială, ca o componentă esențială pentru garantarea unui anumit nivel al calității vieții. Pentru a-și putea atinge scopul – securitatea omului în procesul de muncă, securitatea și sănătatea în muncă implică existența și funcționarea unui sistem, multidisciplinar fundamentat de concepte teoretice, acte legislative, măsuri și mijloace tehnice, social-economice, organizatorice, de igiena și medicina muncii, etc. Continuitatea și siguranța în funcționare a instalațiilor sau echipamentelor, sub aspectul asigurării protecției personalului, se realizează printr-un complex de măsuri ce vizează atât concepția, cât și exploatarea acestora. În contextul armonizării legislației naționale cu cea comunitară, problemele privind calitatea vieții, protecția socială, protecția mediului înconjurător, asigurarea vieții, securității și sănătății angajaților dobândesc o importanță din ce în ce mai mare în preocupările generale ale managementului. Obligația de a **evalua "a priori" riscurile profesionale** constituie o creație a Uniunii Europene rezultată din prevederile **Directivei nr. 89/391/CEE** privind introducerea de măsuri pentru promovarea îmbunătățirii securității și sănătății lucrătorilor la locul de muncă. Această directivă, denumită Directiva-cadru, reprezintă textul generator de principii generale de protecție a securității și sănătății în muncă în Uniunea Europeană și fixează, pentru ansamblul lucrătorilor, principii comune de prevenire la sursă. Domeniul său de aplicare acoperă o gamă largă de aspecte privind securitatea și sănătatea în muncă, atât de ordin tehnic, cât și de ordin organizațional (organizarea muncii) și social (relațiile sociale). De asemenea, Directiva-cadru definește o serie de obligații și de proceduri, cum sunt cele vizând eliminarea pericolelor și riscurilor asociate, informarea și consultarea lucrătorilor, procedurile privind situațiile de pericol grav și iminent etc. Ea plasează evaluarea *a priori* a riscurilor

profesionale în vârful ierarhiei principiilor generale de prevenire, demersul de evaluare debutând cu riscurile care nu au putut fi evitate. Prin prevederile art. 6, paragr. 3, pct. a, Directiva-cadru stabilește că „angajatorul trebuie [...] 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”. România a transpus această obligație prin prevederile art. 7, alin. 4, lit. a din **Legea securității și sănătății în muncă nr. 319/2006**, neexistând diferențe între textul Directivei-cadru și textul Legii nr. 319/2006. De asemenea, o parte dintre hotărârile de Guvern care transpun directivele derivate din Directiva-cadru conțin prevederi privind obligația angajatorului de a evalua anumite tipuri de riscuri specifice. Se evidențiază faptul că managementul riscului nu mai reprezintă o abordare îngustă, limitată, orientată exclusiv spre îngrădirea sau controlul efectelor negative ale unor evenimente potențiale ci, pornind de la abordarea riscului în termeni de „incertitudine”, această știință poate mări flexibilitatea și adaptabilitatea organizațiilor, într-un mediu din ce în ce mai incert, pe măsura sporirii complexității sale. Riscul trebuie înțeles în termeni de „oportunitate”, de valorificare corectă a situațiilor imprevizibile. Organizațiile inovatoare, îndreptate mereu către evenimentele neprevăzute, le pot exploata în avantaj propriu, situându-se astfel în poziții prioritare, avantajoase, pe piață. Pe de altă parte, prevenirea constă în căutarea celor mai adecvate măsuri și mijloace de reducere a riscului, acționând asupra uneia sau mai multora dintre componentele sale. Este deci esențial ca analiza riscurilor să nu se transforme într-un proces de constatare și estimare rapidă a componentelor pentru a obține o exprimare numerică a riscului, ci să reprezinte un studiu aprofundat al cauzelor care determină mărimea valorilor expunerii, probabilității sau gravității și a mijloacelor pertinente și practicabile în mod rațional pentru controlul riscurilor.

### **Bazele legislative ale securității și sănătății în muncă**

Legislația securității și sănătății în muncă se compune din:

- *legislația primară*, care cuprinde Codul Muncii și Legea securității și sănătății în muncă, nr. 319/2006;
- *legislația secundară*, care cuprinde: hotărâri de guvern, ordine emise de ministere, standarde;
- *legislație terțiară*, care cuprinde instrucțiunile proprii de securitate a muncii elaborate de către agenții economici pentru diferite domenii de activitate.

### **6. Concluzii**

Apariția tot mai frecventă a cazurilor de accidente de muncă (individuale și colective) mortale sau cu incapacitate de muncă și terorism industrial manifestat prin lipsa facilităților instalațiilor și infrastructurilor critice, face ca prezenta lucrare să fie de mare importanță și actualitate în contextul unei bune funcționări a economiei naționale. Aceste două fenomene pot declanșa crizele naționale aducând daune extreme securității industriale, economice și naționale. Decidenții, entitățile economice gestionare de infrastructuri critice și inclusiv personalul încadrat în muncă, trebuie să vină în întâmpinarea acestor accidente și incidente industriale, prin metode preventive de evaluare a riscului de securitate și securitate și sănătate în muncă în scopul stopării și diminuării a acestora. În acest fel se asigură starea de bunăstare națională unde securitatea industrială reprezintă de fapt securitatea economică și implicit națională a României.

### **Bibliografie:**

1. Fiță D., Moraru R., Băbuț G., Păsculescu D., Pană L., Bădică M., Vișan N., (2019), *Electrosecuritatea infrastructurilor critice și lucrătorilor din cadrul sistemului electroenergetic național*, Editura Universitas Petroșani
2. Fiță D., (2019), *Identificarea vulnerabilităților infrastructurilor critice din cadrul sistemului electroenergetic național în contextul creșterii securității energetice*, Editura Universitas Petroșani
3. Fiță D., Moraru R., Fiță M. C., (2017), *Electrosecuritatea infrastructurilor critice de ultra și foarte înaltă tensiune din cadrul sistemului electroenergetic național*, Lucrarea nr. 1.40, CNEE 2017, Conferința Națională și Expoziția Energetică
4. Fiță D., Moraru R., (2016), *Strategii de securitate a infrastructurilor critice asupra instalațiilor de ultra înaltă și foarte înaltă tensiune din cadrul sistemului electroenergetic național în context european*, Academia Națională de Informații Mihai Viteazul – Conferința Științifică a Școlii Doctorale Informații și Securitate Națională, București

# STAND DE LABORATOR PENTRU STUDIUL UTILIZĂRII MINIAUTOMATELOR PROGRAMABILE ÎN CONTROLUL UNOR PROCESE DIVERSE

**Autor: Florin MUREȘAN-GRECU<sup>1</sup>**  
[flomavon2002@yahoo.com](mailto:flomavon2002@yahoo.com)

**Coordonator:** Asist. univ. dr. ing. **Alina Daniela HANDRA<sup>2</sup>**  
Conf.univ.dr. ing. **Marius Daniel MARCU<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea EIEI, Anul I

<sup>2</sup>Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul: ACIEE

<sup>3</sup>Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul: ACIEE

## Rezumat

Apariția, la sfârșitul anilor 60 ai secolului trecut, a automatelor programabile, a revoluționat industria automatizărilor, logica cablată fiind înlocuită cu logica programată, mult mai simplă și mai precisă. Odată cu miniaturizarea și ieftinirea automatelor programabile, acestea au devenit omniprezente în cele mai diverse domenii, de multe ori sub forma mini-automatelor programabile. Chiar dacă nu sunt specialiști în automatică, inginerii energeticieni și electromecanici întâlnesc frecvent, în activitatea profesională, sisteme de control bazate pe utilizarea automatelor programabile. Din acest motiv, am considerat că un stand funcțional cu ajutorul căruia să se poată studia noțiunile elementare de programare și de utilizare a unui automat programabil este foarte util.

### Cuvinte cheie:

*automat programabil, Zelio, stand funcțional, limbaj Ladder Diagram.*

## 1. Introducere

Un automat programabil („AP”), cunoscut și sub acronimul „PLC” (de la denumirea în limba engleză „Programmable Logic Controller”) este, în esență, un computer simplu, dedicat rezolvării sarcinilor de automatizare în medii industriale, fiind adaptat pentru a putea fi operat în condiții vitrege, în medii puternic solicitante, cum ar fi: vibrații puternice, temperaturi extreme, umezeală sau praf excesiv, etc. Scopul său este să înlocuiască automatizările secvențiale realizate cu contacte și relee în logica cablată (clasică), cu logica programată.

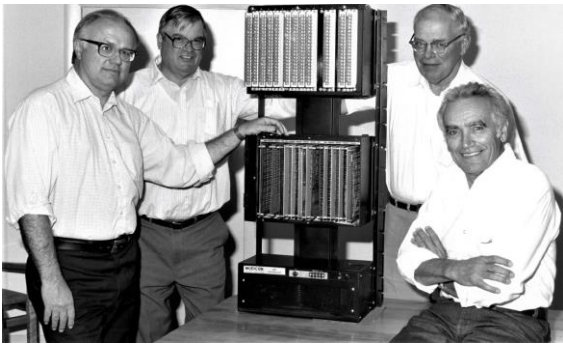
Încă de la începutul sec. al-XX-lea, utilizarea energiei electrice a devenit indispensabilă în toate domeniile de activitate, astfel că n-a trecut mult timp până când specialiștii și inginerii și-au dat seama de avantajele indiscutabile ale automatizărilor electrice. Au apărut astfel primele panouri electrice de automatizare a diverselor procese, începând cu cele industriale. Dezvoltarea unor linii și procese tehnologice din ce în ce mai complexe și precise a necesitat implementarea unor scheme de automatizare pe măsură, panourile de automatizare au devenit din ce în ce mai sofisticate, întinse uneori pe suprafețe de ordinul sutelor de metri pătrați, având în alcătuirea schemelor sute de relee, contactoare, butoane interconectate prin mii de metri liniari de conductoare și cabluri electrice. Această complexitate a devenit din ce în ce mai problematică, din următoarele motive:

- dificultăți sporite în implementarea practică a schemelor din ce în ce mai complexe;
- mentenanța curentă a echipamentelor de automatizare a devenit din ce în ce mai dificilă, deoarece necesita un număr din ce în ce mai mare de tehnicieni, din ce în ce mai bine pregătiți, fapt care a condus la dificultăți în asigurarea forței de muncă cu o astfel de calificare extrem de înaltă;
- utilizarea în realizarea schemelor a releelor de tip electromagnetic/ electromecanic, având o fiabilitate relativ scăzută, a condus la dificultăți în exploatarea corectă a sistemelor de automatizare, dar și la disfuncții și erori majore în comanda proceselor, soldate uneori ori cu accidente producătoare de pagube materiale și chiar cu victime omenești;
- încălzirea accentuată a dulapurilor de automatizare, datorată căldurii emanate de către bobinele releelor și de conductoarele și cablurile grupate în mănunchiuri a necesitat conceperea unor sisteme de răcire forțată a dulapurilor și a unor sisteme de ventilație și condiționare a aerului din camerele tehnice, cu costuri suplimentare apreciabile.

## 2. Apariția automatelor programabile (AP) și situația lor în contextul actual

### 2.1. Începuturile

Primul AP din istorie a apărut în contextul tehnologic menționat la paragraful anterior. Apariția sa s-a produs în anul 1968, în SUA, în cadrul diviziei Hydramatic a concernului auto General Motors, iar omul care este considerat în mod unanim drept „părinte” al primului PLC este inginerul Richard (Dick) Morley de la firma Bedford And Associates (fig. 1).



**Fig. 1.** Richard (Dick) Morley și echipa sa, alături de primul AP realizat la nivel mondial



**Fig. 2.** Automat programabil vectorial modern

Concepute pentru a înlocui logica cablată „clasică”, greoaie și cu o fiabilitate scăzută, cu logica programată simplă și precisă, AP au fost la început echipamente scumpe, ale căror prețuri au continuat să crească pe măsură ce a crescut complexitatea lor. Este de la sine înțeles că, din pricina costurilor prohibitive, primele generații de AP au avut o utilizare destul de limitată, fiind utilizate doar în comanda unor procese industriale care deveniseră atât de complexe, încât erau aproape imposibil a fi comandate și controlate cu ajutorul automatizărilor „clasice”, în logică cablată, sau în procese care necesitau frecvente reconfigurări ale fluxurilor tehnologice și, implicit, ale logicii de comandă și control a lor.

## 2.2. Automatele programabile vectoriale

Apariția microprocesoarelor a dat startul procesului de miniaturizare a AP (fig. 2), concomitent cu creșterea complexității acestora. Apariția unor tehnici din ce în ce mai perfecționate în fabricarea microprocesoarelor cu capacități din ce în ce mai mari a început să se reflecteze, în cele din urmă, și în prețurile AP, care au început să scadă vertiginos. S-a ajuns astfel la situația în care utilizarea unui AP în controlul unui proces să fie, de multe ori, chiar mai ieftină decât soluția clasică cu relee.

AP oferă mai puține facilități decât un calculator de proces, dar pot fi utilizate de personal mai puțin calificat. În prezent există și AP de mare performanță, care sunt destul de apropiate de complexitatea calculatoarelor de proces, utilizate pentru controlul aplicațiilor foarte complexe.

## 2.3. Automatele programabile de clasă redusă (mini-automate programabile)

AP de clasă redusă sunt structuri hardware cu același principiu de funcționare cu cel al AP, dar au un număr mic de intrări și ieșiri (între 16 și 128). Numite și *mini-automate programabile*, acestea sunt adaptate pentru controlul unor aplicații de mică complexitate, având un procesor simplu de 8 biți, module de intrare/ieșire binare și pot fi programate în limbaje simple orientate spre aplicații. Programarea lor se poate face direct, prin intermediul unei tastaturi reduse pe un display propriu, de regulă în două limbaje de programare: Ladder Diagram (LD), bazat pe contacte și bobine și Function Block Diagram (FBD), bazat pe blocuri funcționale. Programele sunt specifice firmelor producătoare, dar toate mini-AP au blocurile logice fundamentale (AND, OR, NOT) și diferite tipuri de numărătoare (contoare) sau temporizatoare. Producătorii oferă pentru aceste mini-AP și programe de console, prin intermediul cărora se realizează programarea și, eventual, simularea acestor programe, utilizând un PC legat de miniautomat prin interfață serială. Aceste programe sunt, de regulă, gratuite.

## 2.4. Mini-automatul programabil Zelio SR2 B201FU

Unul dintre producătorii de prestigiu de aparataj electric (inclusiv pentru automatizări) este concernul francez Schneider Electric care, printre altele, deține în portofoliul său și gama de mini-AP Zelio Logic. Acestea au fost fabricate inițial de către firma Telemecanique, marcă integrată ulterior în concernul Schneider Electric. Apărută în jurul anului 2001, gama Zelio s-a dezvoltat continuu. În prezent ea cuprinde două subgame: Zelio 2, cuprinzând mini-AP compacte și Zelio 3, cuprinzând mini-AP modulare, care permit atașarea unor module de extensie. Funcțiile oferite de miniautomatele Zelio sunt în principal, cele de relee, temporizatoare și numărătoare. Variantele de c.a. au intrări discrete, iar cele de c.c. au combinații de intrări discrete și analogice. Programarea lor se poate face în două limbaje grafice relativ simplu de utilizat: Ladder Diagram (LD) sau Function Block Diagram (FBD), prin intermediul unui soft creat special, Zelio Soft 2, ce poate fi descărcat gratuit de pe site-ul producătorului Schneider Electric.

*Zelio SR2 B201FU* (fig. 3) este un miniautomat de c.a., care funcționează la tensiuni cuprinse între 100...240 V și frecvențe de 50 și 60 Hz. El dispune de 12 intrări discrete și 8 ieșiri pe relee. Intrările sale pot fi comandate cu elemente de tip contact electric (întrerupătoare, butoane, comutatoare, senzori, electroventile, limitatoare de cursă, etc.). Ieșirile pe relee suportă un curent nominal maxim total de 8 A. Aparatul dispune de un panou frontal ce conține un display și taste pentru programare în limbajul grafic Ladder Diagram (LD), precum și port pentru conectarea cablului special SR2USB01, care asigură comunicarea dintre automat și un PC, caz în care programarea se poate face atât în limbajul LD, cât și în limbajul FBD. Montarea automatului în panourile de automatizare se poate face atât pe șină DIN, cât și cu șuruburi, în acest scop având prevăzute sus și jos două urechi retractabile.

Am utilizat miniautomatul Zelio SR2 B201FU în realizarea standului care face obiectul prezentei lucrări.



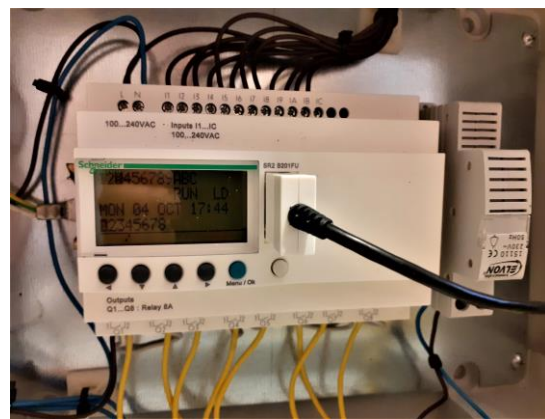
Fig. 3. Miniautomatul programabil Zelio SR 2B201FU

### 3. Standul de laborator

#### 3.1. Elementele componente



a



b



c



d

Fig. 4. Aspectul standului de laborator

Standul de laborator realizat cu ajutorul miniautomatului programabil permite exersarea programării acestuia atât în limbajul LD, cât și în FBD. Cu ajutorul programului Zelio Soft 2, pus la dispoziție gratuit de către producător, pot fi create pe un PC diverse programe de control, care apoi pot fi transferate în memoria internă a mini-AP, urmând a fi executate practic de către acesta. Standul se compune dintr-o cutie de aparataj electric din material plastic ABS, cu gradul de protecție IP-67, în interiorul căreia este montată o șină DIN. Pe această șină sunt montate mini-automatul SR2 B201FU, împreună cu o sonerie de tablou, care poate fi utilizată în simularea unor aplicații care necesită avertizare sonoră. Pentru simularea elementelor de comandă conectate la intrările AP am utilizat un bloc de 12 întrerupătoare monopolare modulare Gewiss: primele două, care comandă intrările I1 și I2 ale AP sunt întrerupătoare pulsante (cu revenire), iar celelalte 10, care comandă intrările I3...I12, sunt de tip basculant. Întrerupătoarele sunt instalate în cutie de montaj dedicată de tip modular, montată deasupra cutiei principale. Pentru simularea elementelor de execuție conectate

la ieșirile automatului, am utilizat un număr de 8 lămpi de semnalizare cu neon de culoare roșie, pe care le-am montat pe panoul frontal al standului. Soneria de tablou am conectat-o în paralel cu lampa Q8, fiind înseriată și cu un întrerupător basculant miniatural, montat, de asemenea, pe panoul frontal, sub lampa Q8. În acest fel, ieșirea Q8 poate fi utilizată atât optic, cât și acustic. Circuitele de intrare, respectiv de ieșire, sunt protejate la scurtcircuit prin intermediul câte unei siguranțe fuzibile cilindrice miniaturale, având curentul nominal  $I_n=0,5A$ . Cele două siguranțe fuzibile sunt introduse în

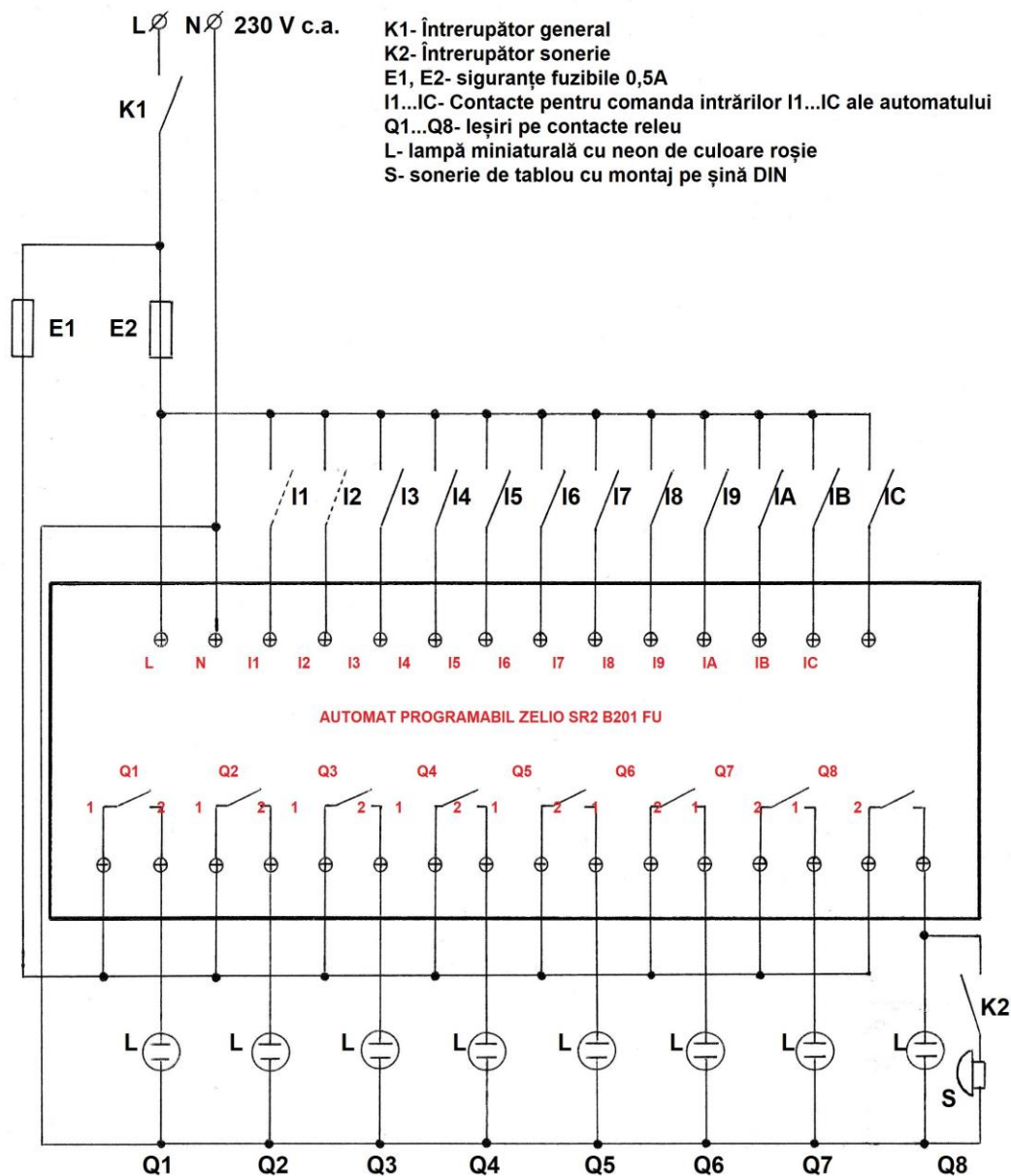


Fig. 5. Configurația hardware a standului de laborator

socluri cu filet montate pe latura stângă a standului, fiind accesibile din exterior pentru înlocuirea fuzibilelor topite. Pentru pornirea și oprirea standului, tot pe latura stângă, am montat un întrerupător basculant miniatural. Toate conexiunile electrice dintre elementele componente ale standului au fost realizate cu conductoare din cupru multifilar cu izolație din PVC și întârziere la propagarea flăcării de tipul H07V-K, având secțiunea de 0,75 mm<sup>2</sup>.

### 3.2. Modul de funcționare

Aspectul standului este prezentat în figura 4, iar configurația hardware în fig. 5. Funcționarea standului este următoarea: elementele de comandă I1...IC acționează asupra intrărilor corespondente, conducând la trecerea acestora la nivelul logic 1 sau 0, după caz. Automatul va executa programul instalat în memoria sa, secvență cu secvență și va activa sau dezactiva ieșirile, comandând pornirea sau oprirea acestora, fapt care se va concretiza prin aprinderea și/sau stingerea lămpilor conectate la ieșirile respective.

Cu ajutorul acestui stand pot fi simulate procese diverse, din diferite domenii de activitate: industrie, domeniul rezidențial, clădiri inteligente, controlul și dirijarea traficului rutier, etc. Printre aplicațiile realizate concret și simulate practic cu acest stand se numără: un semafor rutier, atât în varianta automată, cât și în varianta cu buton de solicitare a traversării, pornirea stea-triunghi a unui motor, comanda iluminatului interior și exterior la o casă, un flux de transport



cu 7 transportoare cu bandă, etc. Numărul aplicațiilor care pot fi implementate cu ajutorul unui astfel de stand este, însă, mult mai mare și depinde de imaginația și experiența în programare a utilizatorului.

### 3.3. Exemplu de funcționare

Pentru exemplificare, vom explica funcționarea aplicației *Flux de transport compus din 7 transportoare cu bandă*, aplicație scrisă în limbajul LD. Cerințele pentru comanda și controlul fluxului sunt următoarele: la apăsarea butonului de pornire al fluxului din punctul de dispecer, este activată o avertizare sonoră și luminoasă, constând dintr-un tren de impulsuri cu durata totală de 20 s. După această secvență, cele 7 transportoare pornesc secvențial, în cascadă, cu o temporizare de 5 s între transportorul curent și cel din amonte. Oprirea fluxului de transport se poate face voluntar de la butonul de oprire situat în punctul de dispecer sau din orice punct al fluxului de transport, prin acționarea de către manipulanți a dispozitivelor de oprire a transportoarelor la avarie (D.O.T.A.). Totodată, declanșarea oricăruia dintre relele termice ale fiecărui contactor va conduce la oprirea completă a fluxului. De asemenea, fluxul se oprește automat atunci când silozul în care este deversat materialul transportat se umple, iar un senzor detectează umplerea și comandă oprirea acestuia. În această situație, o repornire a fluxului este posibilă doar după golirea silozului. După oprirea fluxului, din orice motiv, repornirea acestuia nu este posibilă decât din punctul de dispecer. În toate cazurile, oprirea tuturor celor șapte transportoare se va face simultan și nu în cascadă.

Diagrama LD a fluxului este prezentată în fig. 6. În această diagramă, releul intermediar **M1** și relele de timp **TT1...TT8**, împreună cu contactele lor, nu există fizic, ci sunt implementate prin program. Relele **Q1...Q8** există fizic, ele se găsesc în interiorul automatului, iar contactele lor n.d. sunt conectate la ieșirile corespondente. La apăsarea butonului de pornire **I1**, linia **001** a programului devine activă. Releul intermediar **M1** se activează și el și schimbă starea contactelor sale din linia **002** (automenținere) și **003** (activarea liniilor **003...011**). Temporizatoarele **TT1...TT8** devin active și începe secvența de preavertizare optică și acustică. Contactul **t8** din linia **011** activează și dezactivează pulsatoriu linia timp de 20 s, activând și dezactivând ieșirea **Q8**, la care sunt conectate o lampă **L** și soneria **S**. După 20 s, **TT1** schimbă starea contactelor sale din liniile **010**, **011** și **012**, întrerupând secvența de preavertizare și activând, simultan, ieșirea **Q1**, ce are ca efect anclanșarea contactorului de pornire al benzii **B1**. În mod similar, cu o temporizare de câte 5 s, temporizatoarele **TT2...TT7** schimbă stările contactelor **T1...T7** din liniile **013...018**, având ca efect activarea ieșirilor corespondente **Q2...Q7** și pornirea transportoarelor **B2...B7**.

Oprirea fluxului de transport în condiții normale se face din punctul de dispecer, prin acționarea butonului de oprire **i2**. În cazul în care silozul în care transportorul **B1** deversează materialul transportat se umple, un contact al senzorului de umplere activează intrarea **i3**, conducând la oprirea fluxului de transport. În acest caz, fluxul nu poate fi repornit decât după golirea silozului. Fluxul de transport mai poate fi oprit și din cauza unei suprasarcini la oricare dintre motoarele benzilor, caz în care contactul releului termic corespondent va activa intrarea **i4**, iar în cazul apariției unei situații de pericol, orice manipulant situat în orice punct al fluxului de benzi poate acționa prin funie dispozitivele D.O.T.A., ale căror contacte sunt înseriate la intrarea **i5**. În toate aceste cazuri, activarea intrărilor **i2...i5** conduce la întreruperea liniei **001**, având drept consecință dezactivarea releului intermediar **M1**, care schimbă starea contactelor proprii din liniile **002** și **003**. Pe cale de consecință, toate liniile programului devin inactive și fluxul de transport se oprește. Pentru repornirea fluxului, indiferent de motivul opririi, va fi nevoie de apăsarea din nou a butonului de pornire din punctul de dispecer.

### Concluzii

De-a lungul unei istorii de peste 50 de ani, automatele programabile s-au transformat din dispozitive foarte scumpe utilizate exclusiv în industrie, în echipamente foarte performante, de dimensiuni reduse și accesibile din punctul de vedere al costurilor, utilizate cam peste tot unde este nevoie de automatizarea unor procese. Un singur automat

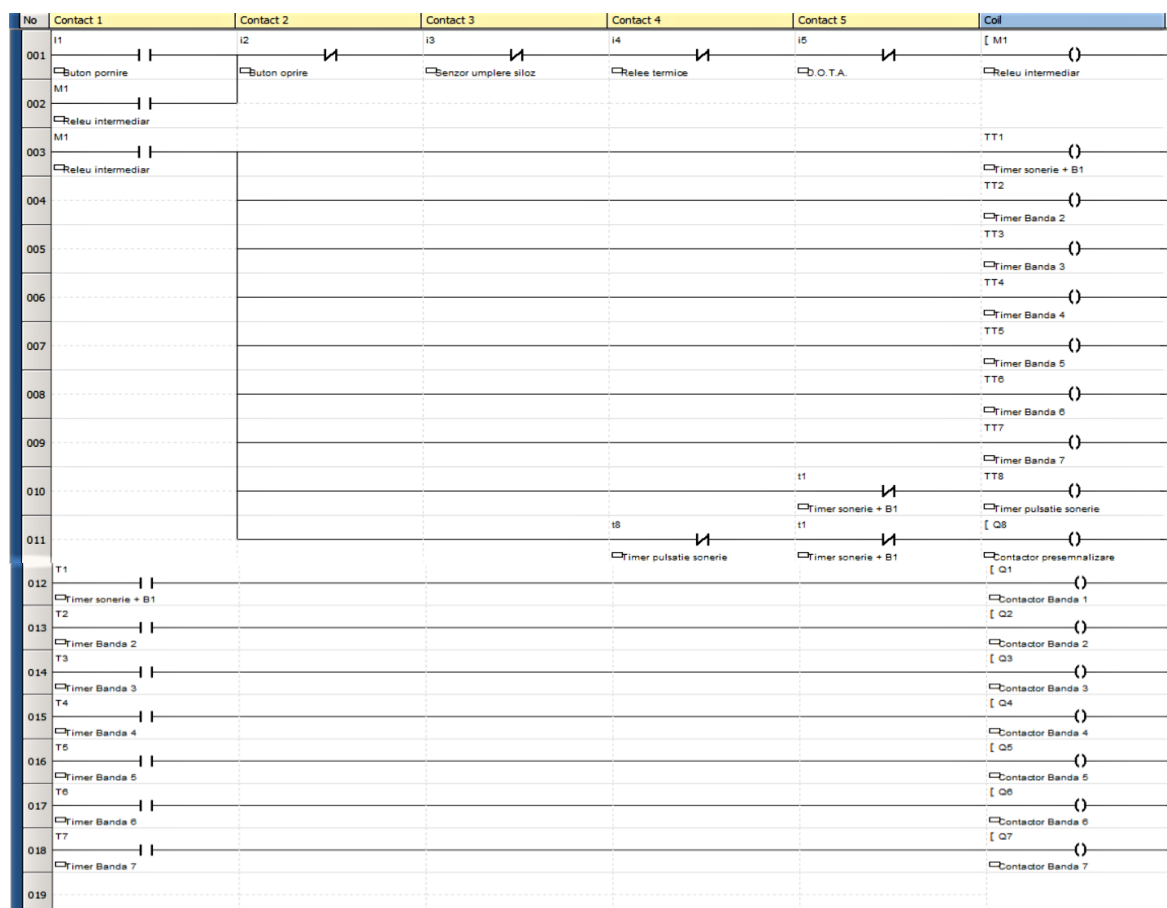


Fig. 6. Diagrama LD pentru programul de control și comandă a fluxului de transport cu 7 benzi transportoare

programabil poate înlocui cu succes mai multe relee electromecanice clasice. În exemplul prezentat la paragraful 3.3, pentru comanda fluxului de transport cu 7 transportoare cu bandă sunt implementate prin program un releu intermediar și opt relee de timp, cu contactele aferente, care nu există fizic. Dacă aceeași automatizare ar fi executată „clasic”, în logică cablată, toate aceste relee ar trebui achiziționate și montate fizic în panoul de automatizare. Costurile panoului ar fi cu mult mai mari decât în cazul utilizării mini-automatului. Totodată, schema de comandă s-ar complica foarte mult, fiind necesar un dulap de automatizare mai mare, în care să încapă toate aceste echipamente și rețeaua de conductoare și cabluri care le interconectează. Sunt, deci, evidente, avantajele utilizării automatelor programabile și, din acest motiv, lucrul cu aceste automate nu mai este apanajul exclusiv al automatiștilor, ajungându-se în situația în care specialiștii în inginerie electrică, energetică sau electromecanică să întâlnească și să exploateze în activitatea lor curentă echipamente de automatizare realizate cu automate programabile. Din aceste motive, însușirea practică de către viitorii specialiști în aceste domenii a noțiunilor elementare de funcționare, de conectare într-un sistem de automatizare și de programare a automatelor programabile poate fi foarte utilă. Aceste noțiuni elementare pot fi studiate practic și însușite de către studenți cu ajutorul unor standuri funcționale realizate cu automate programabile. În lucrarea de față am prezentat o variantă practică de execuție și de utilizare a unui astfel de stand. Considerăm că, datorită costurilor accesibile de achiziționare a materialelor și aparatelor necesare (cca. 1700 lei în cazul concret prezentat aici), ideea realizării practice a unor lucrări similare poate fi preluată și de către alte instituții de învățământ superior tehnic.

## Bibliografie

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Programmable\\_logic\\_controller](https://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller)
2. [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_Doc\\_Ref=DIA3ED2111202EN&target=new](https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=DIA3ED2111202EN&target=new)
3. <https://de.zxc.wiki/wiki/Telemecanique>
4. Ioan Mărgineanu, *Utilizarea automatelor programabile în controlul proceselor*, Editura Albastră, Cluj-Napoca (2010)
5. Daniel Popescu, *Automate programabile: construcție, funcționare, programare și aplicații*, Editura Matrix Rom, București (2005)
6. Ioan Mărgineanu, *Automate programabile*, Editura Albastră, Cluj-Napoca (2005)
7. A.D.Handra, F.G.Popescu, D.Pasculescu, Measuring the level of the products quality from energetic point of view, Universitatea Constantin Brâncuși din Târgu-Jiu Analele Universității Constantin Brâncuși din Târgu-Jiu - Seria Inginerie, NR 1/2020, Pag.54-60, ISSN-L 1842-4856 ISSN 2537-530X

# CASA INTELIGENTĂ, FOLOSIND SISTEMUL DE AUTOMATIZARE KNX

**Autori:** Răzvan Constantin OLTEANU<sup>1</sup>, Ionuț Cosmin HÎRLEAȚĂ<sup>2</sup>

[Olteanurazvan.ro@gmail.com](mailto:Olteanurazvan.ro@gmail.com)

[Cosmin.ionuth@gmail.com](mailto:Cosmin.ionuth@gmail.com)

**Coordonator:** Conf.univ.dr.ing.**Marius Daniel MARCU**<sup>3</sup>

Asist.univ.dr.ing.**Alina Daniela HANDRA**<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Energetică, anul 4*

<sup>2</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, specializarea: Energetică, anul 4*

<sup>3</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul: ACIEE*

<sup>4</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea IME, Departamentul: ACIEE*

## Rezumat

Casa smart sau casa automatizată se bazează pe tehnologii moderne, suficient de avansate încât să ofere utilizatorului mai multă ușurință în manevrarea gadgeturilor și a aparatului de ordin casnic. Este un concept care le vine în ajutor celor tineri și pasionați de tehnologie, dar este în același timp și o modalitate prin care le putem face bătrânilor viață mai ușoară.

Prin echiparea sistemului Merten KNX cu controlerul de internet, utilizatorul se va putea conecta de la distanță de pe orice telefon sau calculator cu acces la internet. Având controlul de la distanță asigurat, utilizatorul va putea monitoriza în permanență parametrii funcționali ai întregului sistem de automatizare și a tuturor instalațiilor integrate și totodată va putea comanda fiecare sistem în parte.

## Cuvinte cheie

*Sistem KNX, Casa inteligentă, Eficiență energetică, Sistem BMS*

### 1. Introducere

Conceptul de casa smart și-a dobândit un loc bine meritat în cele mai râvnite trenduri ale anului în materie de reamenajare a interiorului.

În acest material voi dezbate aspecte referitoare la o casă automatizată – de unde trebuie să pornim și cât de departe putem merge cu automatizarea, care sunt beneficiile și cum reflectă casa automatizată stilul nostru de viață.

Se va proiecta sistemul de automatizare pentru o locuință individuală structurată pe două niveluri: parter și etaj.

În sistemul de automatizare al locuinței se vor integra următoarele instalații:

- instalația de iluminat;
- instalația de încălzire și climatizare;
- instalația de comandă pentru jaluzele;
- circuitele de prize.

Pentru o casă complet automatizată vom fi nevoiți să investim nu doar în simple sisteme de automatizare sau în gadgeturile destinate pentru o casă smart, ci și în electronice și electrocasnice smart. Acestea au un preț mai ridicat față de cele clasice, însă au înglobată o tehnologie de ultimă oră care le permite o conexiune directă la sistemele de automatizare sau prin intermediul rețelei wireless.

Acest sistem este bineînțeles varianta cea mai performantă și cea mai apreciată, dat fiind controlul mult mai simplu și mai facil. Vom putea renunța complet la sistemul manual care necesita mai multă implicare fizică, chiar și financiară. Este dovedit că astfel de sisteme complete de automatizare au o durată de viață mai îndelungată, dar și un consum de materiale mult mai mic.

### 2. Sisteme automate

Automatizarea la domiciliu are o istorie lungă și potrivită. Timp de mulți ani, tendințele tehnologice au venit și au dispărut, însă una dintre primele companii care au reușit să găsească succesul este încă prezentă.

Geneza multor produse inteligente pentru casă a fost în 1975, când o companie din Scoția a dezvoltat X10. X10 promite produselor compatibile să discute între ele prin intermediul cablurilor electrice existente ale unei case. Toate aparatele și dispozitivele sunt receptoare, iar mijloacele de control al sistemului, cum ar fi comenzile sau tastaturile, sunt emițătoare. (Hermann Merz, 2006). Dacă dorim să stingem un bec într-o altă cameră, emițătorul va emite un mesaj cu cod numeric care include următoarele:

- O alertă pentru sistem ca emite o comandă;

- Un număr de unitate de identificare pentru dispozitivul care ar trebui să primească comanda;
- Un cod care coține comanda efectivă, cum ar fi „opriți”;

În timp ce dispozitivele X10 sunt încă utilizate, alte tehnologii au apărut pentru a le concura pe acestea. În loc să parcurgă liniile electrice, multe sisteme noi folosesc unde radio pentru a comunica. Așa funcționează semnalele Bluetooth, WiFi și telefonul mobil.

Două dintre cele mai proeminente rețele de radio din domeniul automatizării casnice sunt ZigBee și Z-Wave. Ambele tehnologii sunt rețele de plasă, ceea ce înseamnă că mesajul poate ajunge la destinație.

Stabilirea unor legi ce caracterizează fenomene ale naturii și definirea unor modele ale fenomenelor au permis omului o cunoaștere și interpretare aprofundată a multor fenomene, reușind să le dirijeze în scopul îmbunătățirii condițiilor sale de viață, al reducerii eforturilor fizice și intelectuale, al ușurării existenței sale.

În acest proces, omul a parcurs următoarele etape (Ionescu Constantin, e al, 2006):

➤ *Etapa mecanizării*, în care s-au creat pârghia, roata, scripeții, multiplicatoarele de forță de cuplu, ansambluri de calcul mecanizat etc., cu care omul și-a ușurat eforturile fizice și intelectuale pentru producerea de bunuri materiale.

➤ *Etapa automatizării*, în care omul a fost preocupat să creeze mijloace materiale care să deducă sau să elimine complet intervenția sa directă în desfășurarea proceselor de producție. Astfel, în această etapă, omul desfășoară cu precădere o activitate intelectuală, în funcții de analiză, control și conducere.

➤ *Etapa cibernetizării și automatizării*, în care omul este preocupat de crearea unor asemenea obiecte materiale care să reducă funcția de conducere generală a omului și să dezvolte sistemul de informare. Astfel au fost create calculatoare și sisteme automate de calcul cu ajutorul cărora pot fi stabilite strategii de conducere a proceselor de producție și sisteme de informatizare globală.

Ansamblul de obiecte materiale care asigură conducerea unui proces tehnic sau de altă natură fără intervenția directă a omului reprezintă un *echipament de automatizare*.

### 3. Concepte teoretice privind sistemele BMS și sisteme KNX utilizate la clădirile individuale

În ultimii douăzeci de ani funcționarea clădirilor bazată pe tehnologia informației, din mai multe puncte de vedere (utilități, administrativ, financiar), a avut o evoluție spectaculoasă.

Astăzi o clădire modernă este dotată cu infrastructură electronică care îi permite să se adapteze și să răspundă în mod permanent la schimbarea condițiilor având ca rezultat utilizarea eficientă a resurselor energetice, îmbunătățirea condițiilor de confort și creșterea gradului de securitate a celor ce o ocupă.

Infrastructura electronică (creierul) clădirii care conduce și monitorizează funcționarea echipamentelor și instalațiilor aferente este cunoscut în literatura de specialitate cu numele de Sistem de Management al Clădirii (SMC) sau Building Management System (BMS). Conceptul de BMS aferent unei clădirii cuprinde, totalitatea aparatelor, echipamentelor, sistemelor locale de automatizare a instalațiilor (hidraulice, încălzire, ventilare-climatizare, iluminat ascensoare, prevenirea și stingerea incendiilor, control acces, supraveghere, antiefracție etc.) și rețelilor de comunicație care asigură supravegherea și controlul funcționării instalațiilor din clădire. BMS implementează programe de utilizare eficientă a energiei în condiții de siguranță la incendiu, securitate, mediu și reduce cheltuielile de mentenanță ([www.merten.de](http://www.merten.de)).

Clădirea bazată pe tehnologie și a cărei funcționare este asigurată de un sistem automatizat integrat ce asigură managementul fluxurilor informaționale și energetice dintr-o clădire (BMS), este cunoscută în literatura cu numele de clădire inteligentă (Smart Building, Intelligent Building).

Datorită limitărilor din punct de vedere hardware și software ale instalațiilor din clădirile vechi, realizarea unei astfel de infrastructuri este dificilă.

BMS este un sistem de automatizare modern cu o arhitectură ierarhizată și distribuită pe două sau trei niveluri. Elementele principale sunt computerul central (PC Workstation – post central de comandă) și controlerul necesare automatizării diverselor tipuri de echipamente și instalații. Transmiterea informațiilor între acestea și computer și invers se face în timp real prin intermediul unei rețele de comunicații.

Controlerul este dispozitiv electronic, dotat cu microprocesor, și care au implementați algoritmi moderni de funcționare (PID, EPID, etc.). EPID înseamnă Enhanced PID adică PID îmbunătățit. Îmbunătățirea provine de la faptul că acest controler PID este prevăzut cu algoritm de tip fuzzy.

Rețeaua de comunicații asigură fluxul de informații și între controler, astfel încât în timpul defectării temporare a computerului central, acestea conlucrează pentru funcționarea clădirii.

De peste 20 de ani, KNX se dovedește a fi un standard global pentru automatizarea locuințelor și a clădirilor, în conformitate cu EN 50090 și cu ISO/IEC 14543. Un mare avantaj al KNX este reprezentat de configurarea de la distanță: în locul unui dispozitiv central, funcțiile sunt găzduite de abonații individuali ai magistralelor. Sensorii, cum ar fi comutatoarele și detectoarele de prezență, trimit comenzi de comandă direct la sistemele de lumini, de jaluzele, de încălzire și de ventilație. KNX este compatibil cu diferite medii de transmisie, de ex. cablu pereche torsadat (KNX TP), ETHERNET (KNX IP), radio (KNX RF) ([www.knx.org](http://www.knx.org)) sau Powerline (KNX PL). Cu KNX, dispozitivele de la diferiți producători sunt compatibile și pot fi combinate în mod flexibil într-o soluție cuprinzătoare. Deoarece fiecare dispozitiv are propriul său microprocesor, nu este necesară nicio stație de control.

Datorită unei game largi de aplicații, numeroase dispozitive și sisteme pot fi conectate împreună cu KNX. De exemplu, acest lucru permite ca un sistem în rețea care constă din iluminat, umbrire și HVAC să fie controlat cu ușurință în clădiri comerciale și de utilități, în conformitate cu cerințele utilizatorului.

Componentele individuale ale unui sistem KNX includ senzori și servomotoare de acționare. Senzorii, cum ar fi termostatele, comutatoarele sau anemometrele, generează comenzi sub formă de telegrame. Aceste telegrame sunt transformate în acțiuni de servomotoarele de acționare (de exemplu, relee de comutare pentru jaluzele sau pentru iluminat)( [www.schneider-electric.com](http://www.schneider-electric.com)). O linie de magistrală cu două cabluri asigură conexiunea și, prin urmare, traficul de telegrame între senzori și servomotoarele de acționare. Prin urmare, componentele individuale ale sistemului nu trebuie să fie conectate în rețea, ceea ce reduce semnificativ cantitatea de cabluri(Ionescu Constantin,et al,2007).

Merten KNX poate fi conectat și cu alte sisteme pentru clădiri ( sistem de management pentru încălzire și climatizare, sistem de control acces, sistem de incendiu, sistem de efracție, sistem de sonorizare) cu ajutorul interfețelor și modulelor de intrari-iesiri.

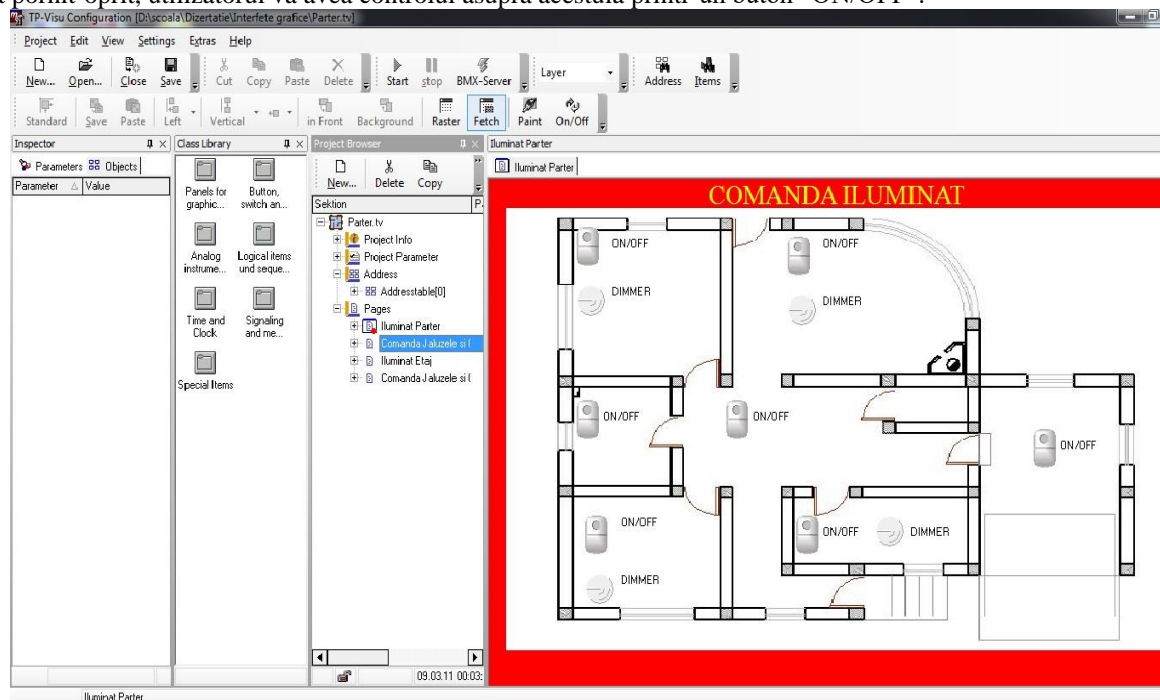


**Fig.1. Sistem Merten KNX**

*Exemplu Interfeță grafică pentru controlul sistemului KNX*

Interfețele grafice pentru controlul sistemelor aferente întregii locuințe (Fig.1)( Caluianu Sorin, 2007) se realizează în software-ul de design și programare TP-Visu. Ele se vor accesa de pe touchscreen-ul din holurile de intrare de pe fiecare nivel și cu ajutorul acestora, utilizatorul va avea o imagine de ansamblu asupra tuturor instalațiilor din clădire și totodată le va putea controla pe fiecare în parte.

Pentru controlul iluminatului, în spațiile în care există iluminat dimabil se găsește un simbol sub forma de buton “tip potențiomtru” prin care utilizatorul va putea schimba nivelul de iluminare al încăperii. În spațiile în care există iluminat pornit-oprit, utilizatorul va avea controlul asupra acestuia printr-un buton “ON/OFF”.



**Fig.2. Interfață grafică pentru sistemul de iluminat**

#### 4. Studiu de caz casa inteligenta cu sistem KNX



**Fig.3. Casă inteligentă**

Sistem automatizare: KNX

Vizualizare și control de la distanță prin intermediul aplicației Loxone;

Control circuite de iluminat on/off, dimabil și RGBW;

Control zonal al temperaturii;

Control sistem ventilație;

Control jaluzele;

Sistem antifracție și control acces cu amprentă;

Control irigație în funcție de temperatură și umiditatea solului;

Buget total casă : 130000 euro Cost : 6000 euro.

Automatizarea Basic constă în :

- *controlul zonal al temperaturii* (baie, bucatărie, living și cele 3 dormitoare de la etaj);
- *circuite iluminat ON/OFF* (până la 20 circuite independente, cu ajutorul cărora putem crea scenarii care pot fi controlate de pe touch uri);
- *touch uri* ( sunt din plastic, dar nu sunt simple butoane. Ele permit controlul iluminatului, jaluzelelor, sonorizării, cât și citirea temperaturii și a umidității);
- *senzori de prezență* ( în băi și în zonele comune. De ex în baie putem crea un iluminat, care va aprinde doar iluminatul din oglindă, dacă este trecut de ora 12 noaptea);
- *controlul deschiderii ușilor/porților* (cu ajutorul unei camere putem și vizualiza persoana care sună);
- *scenarii smart* (scenariile de venit sau plecat de acasă. Dacă dorim să plecăm, putem apăsa de 3 ori pe touch ul de la intrare în casă, iar sistemul va seta toate termostatele în modul ECO și va stinge becurile );
- *control de la distanță* ( toate funcțiile vor putea fi controlate de oriunde din lume, folosind telefonul sau tableta. De asemenea, putem primi anumite notificări, dacă dorim acest lucru);

Un astfel de sistem automatizat va avea un preț cuprins între 5000-7000 de euro.

Dacă ne raportăm la întreaga valoare a proiectului, acest sistem de automatizare reprezintă în jur de 4-5 %.

#### 4. Concluzii

*Sistemul de automatizare al locuinței* este un sistem de achiziție și procesare de date pentru mentenanța și economisirea energiei cu posibilitatea comunicării la distanță prin intermediul internetului sau a rețelelor de telefonie.

Acest sistem permite planului de mentenanță să verifice și să controleze operațiile realizate de fiecare sistem instalat pe teren.

Implementarea unui sistem de automatizare pentru o locuință individuală aduce beneficiarului avantaje cantitative cuantificate financiar prin:

1. reducerea cheltuielilor energetice;
2. optimizarea funcționării instalațiilor;
3. prelungirea duratei de funcționare a echipamentelor.

Avantaje calitative:

- grad de confort sporit;
- creșterea nivelului de siguranță;
- diminuarea timpului de intervenție pentru remedierea defecțiunilor;
- raportări în timp real cu privire la parametrii de funcționare a tuturor instalațiilor.

Față de o construcție clasică, dar care vrea să fie la fel de modernă ca și construcțiile în sistem KNX, economiile de energie sunt următoarele:

- comenzi locale iluminat, jaluzele - 10% economie;
- comenzi centralizate - 15 % economie;
- temporizări, reglare iluminat în funcție de iluminatul natural - 25% economie;
- acționare jaluzele în funcție de iluminatul natural - 30% economie;
- control climă în fiecare încăpere - 40%.

Stația de gestionare (calculatorul pe care este instalat software-ul de automatizare) precum și ecranele tactile prezintă o serie de avantaje:

- Ecranul computer-ului va permite vizualizarea grafică a schemelor sistemului, a stării și semnalizării actuale, dorite și valorile eronate. Software-ul va fi capabil să arate diferitele diagrame de automatizare pe ecrane multiple.
- Diversele alarme negative pentru sistemul de confort (temperatura, stare etc.), vor fi, de asemenea, afișate.
- Pornirea și oprirea centrală a tuturor instalațiilor integrate este asigurată.

Întregul sistem este complet automatizat în funcție de gradele de ocupare (inclusiv vacanțele) și de perioada zilei.

Prin echiparea sistemului Merten KNX cu controlerul de internet, utilizatorul se va putea conecta de la distanță de pe orice telefon sau calculator cu acces la internet. Având controlul de la distanță asigurat, utilizatorul va putea monitoriza în permanență parametrii funcționali ai întregului sistem de automatizare și a tuturor instalațiilor integrate și totodată va putea comanda fiecare sistem în parte.

### **Bibliografie**

1. Caluianu, S;(2007), *Inteligenta artificială în instalații*, Editura MATRIX ROM, ISBN 973-685-120-6
2. Hermann, M; Hansemann,T; Christof Hübner,2006,*Building Automation: Communication systems with EIB/KNX, LON and BACnet (Signals and Communication Technology)*, Editura SPRINGER
3. Ionescu Constantin, Alexandru Stefan, 2006 , *Instalații electrice și automatizări*, Editura MATRIX ROM, București
4. [www.schneider-electric.com](http://www.schneider-electric.com)
5. [www.merten.de](http://www.merten.de)
6. [www.revista-alarma.ro](http://www.revista-alarma.ro)
7. [www.knx.org](http://www.knx.org)

# SECURITATEA ENERGETICĂ A ROMÂNIEI ÎN CONTEXT EUROPEAN

**Tabita Gabriela BORS<sup>1</sup>, Dănuț Mircea PINTEA<sup>2</sup>**  
gabi\_tabi99@yahoo.com

Șef lucr.dr.ing. **Daniel Nicolae FÎȚĂ<sup>3</sup>**, Conf.univ.dr.ing. **Dragoș PĂSCULESCU<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Științe, specializarea: Asistență Socială, anul I*

<sup>2</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, specializarea: Electromecanică, anul III*

<sup>3</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Centrul de Cercetare: Studii Strategice de Securitate Energetică*

<sup>4</sup> *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Departamentul: Automatică, Calculatoare, Inginerie Electrică și Energetică*

## Rezumat

Securitatea energetică care se definește prin disponibilitatea în orice moment a energiei în toate formele ei, în cantități suficiente și la prețuri accesibile, fără un impact inacceptabil sau ireversibil la adresa mediului, reprezintă o temă centrală pentru majoritatea contextelor de analiză strategică a securității naționale. Accesul facil la resursele energetice reprezintă o condiție esențială pentru securitatea și bunăstarea indivizilor, afacerilor, comunităților și a statelor. Având în vedere statutul țării noastre de stat membru UE și NATO, aflat în prima linie de apărare a întregului spațiu euroatlantic în fața ofensivei intereselor ostile ale Federației Ruse, regiunea Mării Negre a devenit în ultimul deceniu cel mai fierbinte spațiu geopolitic de confruntare directă a intereselor Vestului și Estului, cu un potențial uriaș de escaladare către un conflict militar. Pe acest fond, mijlocul preferat de amenințare al Federației Ruse se dovedește a fi arma energetică, utilizată atât pentru promovarea unor interese economice majore, cât și ca instrument de influență și șantaj politic. De aceea, energia nu mai este doar un factor al ecuației de putere economică a unui stat, ci și un element de influență și control politic, cu reflexii în planul capabilităților militare.

## Cuvinte cheie

*Securitate națională, securitate energetică, amenințare/vulnerabilitate/pericol*

### 1. Introducere

În Declarația Drepturilor Omului a ONU (United Nation, 1948), se subliniază faptul că "Orice om are dreptul la un nivel de trai care să-i asigure sănătatea și bunăstarea lui și familiei sale, cuprinzând hrana, îmbrăcăminte, locuința, îngrijirea medicală, precum și serviciile sociale necesare...", ceea ce înseamnă că securitatea și siguranța cetățeanului depinde inevitabil de consumul unei anumite cantități de resurse (energetice), iar statul are responsabilitatea de a asigura cetățeanului toate nevoile de bază indispensabile existenței umane normale, care sunt materializate prin materii prime și energie, în toate aspectele ei.

Securitatea energetică a României depinde de independența energetică în contextul dezvoltării durabile a Uniunii Europene, de aceea trebuie creați factori de stabilitate energetică prin:

- asigurarea necesarului de resurse primare (gaze naturale, petrol, cărbune, uraniu, etc.) și de producere a 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/incidentelor tehnice care pot duce la perturbarea sistemului energetic.

Dar securitatea energetică a României este pusă în pericol de diferite:

- "vulnerabilități" (hazarduri naturale și antropice);
- "amenințări" (terorism, instabilitate politică, conflicte armate și piraterie);
- "pericole":
  - lipsa alimentării cu resurse primare energetice necesare producerii energiei electrice;
  - folosirea resurselor primare energetice și a energiei electrice ca armă energetică sau instrument de presiune;
  - costuri mari ale resurselor primare energetice sau a energiei electrice, care pot atenta la siguranța și securitatea Sistemului Energetic Național și întreaga economie națională.

### 2. Aspecte ale securității energetice

Resursele energetice primare, în special hidrocarburile (petrol și gaze naturale), uraniul, cărbunele și energia electrică, constituie în prezent cele mai importante elemente prin care se poate asigura securitatea energetică a unui stat,



cuantificată prin putere economică și de aceea ele sunt în permanență motiv de cooperare – confruntare, între marile puteri energetice mondiale.

Poziționarea geopolitică și geostrategică a unui stat și rolul acestuia în ecuațiile de putere mondială nu se mai bazează în prezent doar pe puterea lui militară, ci și pe resursele energetice primare strategice sau energie electrică de care dispune sau la care are acces, iar din această perspectivă, interzicerea sau limitarea accesului la una dintre aceste tipuri de resurse primare energetice sau energie electrică, poate constitui o amenințare puternică la adresa securității naționale și regionale, cu impact devastator asupra securității mondiale.

În acest context, securitatea energetică devine o dimensiune aparte a securității naționale, regionale și mondiale, iar realizarea și asigurarea ei implică relații de cooperare interstatale strategice cu aspectele politice, economice, diplomatice și militare ale securității în ansamblul său. Competiția pentru accesul, controlul și distribuția resurselor primare energetice (hidrocarburi, uraniu, cărbune) și energie electrică nu a scăzut în intensitate ci, dimpotrivă, este din ce în ce mai acerbă, iar epuizarea sau lipsa acestora accentuează mult mai mult tensiunile dintre state, iar marile puteri energetice pot folosi tot mai des resursele energetice primare și/sau energia electrică ca *arme energetice* sau *instrumente de presiune* cu scopul de a-și urmări interesele.

Anumite state insecurizate energetic, dependente de importuri de hidrocarburi, uraniu, cărbune și/sau energie electrică, se confruntă în permanență cu o serie de amenințări și riscuri (factori de risc) energetice. Din acest motiv, starea de securitate energetică impune identificarea, evaluarea, stoparea și eliminarea vulnerabilităților, riscurilor și amenințărilor, la adresa securității energetice cu efect de instabilitate, materializate prin lipsa energiei, iar bunăstarea și interesele de securitate ale cetățenilor nu pot fi satisfăcute fără asigurarea securității energetice.

### **3. Stadiul actual al securității energetice**

#### **A. Politica românească de securitate energetică în context regional**

Țara noastră își dezvoltă politica energetică sub imperativele asigurării intereselor sale strategice, dar și a respectării angajamentelor asumate la nivel național, regional și global. Prin poziția geografică benefică dar și a potențialului său energetic, țara noastră are posibilitatea de a deține un rol important în ecuația energetică regională, atât prin valorificarea resurselor proprii, cât și printr-un rol activ în redistribuirea echilibrată a resurselor energetice transportate din zona Mării Caspice, Orientului Mijlociu și Mediteranei de Est pe piața europeană.

La nivel național, asigurarea securității energetice, ca obiectiv strategic, vizează declanșarea unor efecte pozitive prin:

- gestionare optimă a resurselor energetice;
- accesul la resursele energetice necesare pentru funcționarea la parametri normali a societății românești;
- predictibilitate în ceea ce privește evoluțiile interne și externe din domeniu;
- soluții optime cu costuri accesibile.

#### **B. Obiective și direcții prioritare cu relevanță pentru politica externă:**

- a) **Valorificarea producției interne și diversificarea surselor și a rutelor de transport energetic pentru România**, care conduce la consolidarea rolului României (expertiză în producția de hidrocarburi, energie nucleară și regenerabilă și utilaj energetic), ca actor activ în asigurarea și creșterea securității energetice la nivel regional.

*Marea Neagră* devine o zonă de real interes prin prisma rezervelor de hidrocarburi identificate în zona maritimă off-shore → producător și exportator de energie în Europa.

*Proiectul coridorului gazifer BRUA (Bulgaria-România-Ungaria-Austria)* exemplifică potențialul energetic național → producție, tranzit și export).

*Cooperarea energetică regională* – participarea activă la toate formatele de dialog dedicate obiectivelor strategice europene:

- contribuția României la activitățile Grupului la nivel înalt dedicat interconectărilor în domeniul gazelor naturale din regiunea sud-est europeană (CESEC);
- angajarea într-un dialog extins cu Grecia și Bulgaria în vederea operaționalizării unui coridor de transport al gazelor naturale EL-BG-RO, denumit Coridorul Vertical;
- în condițiile expirării contractelor ce reglează regimul conductelor ce asigură tranzitul gazului rusesc, pe teritoriul României, către Bulgaria, Turcia și țări din Balcani (conductele T1, T2, T3), capacitățile oferite de acest sistem de conducte pot crea o legătură suplimentară de aprovizionare cu gaz natural între piața europeană și Ucraina /Republica Moldova.

- b) **Promovarea proiectelor de interconectare transfrontalieră în sectorul gazelor și electricității**

- finalizarea conductelor de interconectare cu Ungaria (Arad-Szeged, flux bidirecțional), Bulgaria (Giurgiu-Ruse), Serbia (Reșița-Pancevo) și consolidarea interconectării cu Republica Moldova prin continuarea conductei Ungheni-Iași constituie proiecte prioritare ale României;
- realizarea interconectărilor cu statele vecine membre ale UE este un obiectiv asumat de România în calitatea sa de stat membru UE;
- finalizarea ultimelor segmente ale conductei Iași-Ungheni-Chișinău, prin eforturile comune ale celor două țări;

- participarea la inițiativa cuplării piețelor de energie electrică din țările Europei Centrale și de Est în vederea finalizării pieței europene a energiei electrice rămâne un obiectiv major al României;
- realizarea proiectelor de interconectare în domeniul energiei electrice cu statele vecine oferă României oportunitatea de a-și consolida poziția de exportator regional.

**c) *Susținerea strategiei europene de diversificare a rutelor și surselor de aprovizionare cu gaz natural***

Autoritățile românești susțin acțiunile europene comune privind dezvoltarea Coridorului Sudic (include gazoductele Trans-Anatolian–TANAP) și Trans-Adriatic–TAP), ce are în vedere realizarea unei alimentări directe cu gaze naturale a Europei, cu surse din regiunea Caspică, Mediterana de Est și Orientul Mijlociu.

**d) *Participarea la inițiativele europene privind reformarea politicii energetice, îndeosebi Strategia Uniunii Energiei și dimensiunea externă – diplomația energetică:*** România se alătură demersurilor europene vizând consolidarea politicilor ce reglementează domeniul energetic în vederea transformării pe termen lung a Sistemului Energetic European și resetării politicii energetice a UE.

În contextul angajamentului politic asumat la cel mai înalt nivel în cadrul Uniunii Europene pentru implementarea Pactului Verde European (MAE, 2021), promovează dialogul extern al Uniunii în domeniul energiei-schimbări climatice și sprijină ministerele direct responsabile pentru reprezentarea României la nivel european.

România oferă atenție specială dimensiunii externe a diplomației energetice și contribuie activ, în cadrul grupului de lucru al Consiliului UE constituit în acest scop, la definirea și consolidarea diplomației energetice a UE și susține pe deplin eforturile europene de promovare a unei abordări și a unei voci comune a UE în promovarea obiectivelor strategice.

**e) *Dezvoltarea relațiilor de cooperare cu parteneri externi importanți din afara UE, în vederea atragerii investițiilor în industria națională de profil:*** în acest sens, Ministerul Afacerilor Externe a acționat pentru continuarea demersurilor din ultimii ani privind atragerea unor importante companii internaționale de profil în proiecte ce au drept scop dezvoltarea inițiativelor românești.

Acest lucru se remarcă prin formatele de dialog precum:

- parteneriatul România-SUA în domeniul energiei, a cărui expresie concretă o reprezintă atât prezența unor companii americane de prestigiu pe piața din România, cât și procesul de consultare continuă între cele două părți pe subiecte ce țin de tematica securității energetice regionale și cooperării energetice transatlantice;
- discuțiile avansate cu diverși parteneri pe marginea implicării companiilor internaționale în proiecte precum construcția reactoarelor 3 și 4 de la Cernavodă, dezvoltarea exploataților câmpurilor off-shore din Marea Neagră sau rețehnologizarea unor mine de cărbune.

### **C. Situația actuală a securității energetice**

Situația actuală văzută prin prisma realității dinamismului energetic mondial în care România este angrenată, deținerea și controlul resurselor energetice strategice și riscurile și/sau amenințările potențiale la adresa securității energetice, prioritățile de cercetare științifică privind asigurarea, controlul, realizarea și creșterea securității energetice naționale și regionale trebuie să țină cont de următoarele aspecte (dimensiuni):

**a) *Resursele energetice strategice și energia electrică***

Agenda 21 a ONU din anul 1992 afirma că "energia este esențială pentru dezvoltarea economică și socială și îmbunătățirea calității vieții" (United Nation, 1992). În prezent țările membre ale organizației reafirmă "rolul critic pe care îl joacă energia (sub toate formele ei) în procesul de dezvoltare, având în vedere că accesul la serviciile energetice moderne și sustenabile contribuie la eradicarea sărăciei, salvarea de vieți, îmbunătățirea sănătății și susține asigurarea nevoilor de bază ale individului" (United Nation, 2012), în cadrul rezoluției *Viitorul pe care ni-l dorim* din 2012, adăugând caracteristica de sustenabilitate a resurselor energetice disponibile.

Resursele naturale, în special cele energetice (hidrocarburi, uraniu, cărbune, etc.) și energia electrică, au influențat din cele mai vechi timpuri evoluția și dezvoltarea societății umane, iar dezvoltarea economică modernă a unui stat este dependentă de resursele energetice, unde volumul energiei (sub toate formele ei) consumate pe cap de locuitor a devenit un indicator semnificativ al progresului și modernizării unui stat.

*Resursele* (Preda, Marinescu, Năstase, 2004) sunt definite drept componente care satisfac diferite necesități ale omenirii, adică totalitatea factorilor (cantități de substanțe, organisme, energie, muncă, cunoștințe, calificare, informații și capital, aflate la dispoziția societății, în momentul actual și în perspectivă) de producție, cantitativi și calitativi, care concură la satisfacerea nevoilor de dezvoltare economică și socială.

*Resursele naturale* constituie totalitatea zăcămintelor de minerale și minereuri, a terenurilor cultivate și folosibile, a pădurilor și apelor de care dispune o anumită țară. Ele se formează ca efect al unor procese și evoluții naturale, fără intervenția omului. În această categorie se plasează: aerul, apa, solul, substanțele minerale, plantele, animalele, energia solară, eoliană, marea, etc.

*Resursele energetice*, ca parte importantă a celor naturale, se găsesc în cei 40 de kilometri grosime ai scoarței terestre. Crusta continentală are trei zone suprapuse: pătura bazaltică, pătura granitică, pătura sedimentară, unde se exploatează resursele de cărbune, șisturi și nisipuri bituminoase, petrol, gaze naturale și uraniu.

*Resursele strategice* reprezintă acele resurse fără de care este aproape imposibil de conceput dezvoltarea socială și economică într-o anumită perioadă istorică, mai precis resursele-cheie disponibile, reale și potențiale, pentru realizarea obiectivelor strategice ale unui stat. Resursele strategice generează un avantaj competitiv sustenabil și constau în active, capacități și procese organizaționale controlate de stat (sau companie privată), care aduc plus-valoare, sunt rare, greu de imitat și de substituit.

Printre cele mai importante resurse strategice de care ar trebui să dispună un stat pentru a-și putea susține puterea națională, se pot enumera:

- *resurse economice* (valoarea PIB-ului, ponderea PIB-ului în cel mondial, etc.);
- *capital uman* (rata îmbătrânirii, rata școlarizării, etc.);
- *resurse naturale* (producția de energie electrică, ponderea energiei utilizată în scopuri comerciale, terenul arabil, întinderile de apă dulce, etc.);
- *resurse de capital* (investițiile interne brute, valoarea pieței de capital, rata netă a investițiilor străine directe, etc.);
- *resurse de cunoaștere și tehnologice* (numărul de calculatoare, de patente, de articole în reviste tehnico-științifice, de gazde internet, cheltuielile în cercetare-dezvoltare, etc.);
- *resurse guvernamentale* (ponderea cheltuielilor guvernamentale în PIB, etc.);
- *resurse militare* (forțele armate, cheltuielile militare, etc.);
- *resurse internaționale* (exporturi și servicii, importuri și servicii, redevențe, etc.).

Puterea națională a unui stat este direct proporțională cu capacitatea statului respectiv de a distribui eficient resursele strategice disponibile, mobilizându-le și utilizându-le pentru îndeplinirea și promovarea obiectivelor și intereselor naționale.

Caracterul strategic al unei resurse energetice pentru puterea și securitatea națională a unui stat este, de obicei, stabilit de actorii politici, în funcție de valoarea economică a acesteia, relevanța militară, rezervele interne certe, excedent/deficit estimat și concentrarea ofertei/aprovizionării.

În prezent, hidrocarburile (petrolul și gazele naturale) sunt considerate principalele resurse energetice strategice, datorită rolului hotărâtor pe care-l au în susținerea dezvoltării economice și sociale, raritatea și epuizarea acestora și lipsa unei variante viabile de resurse substituente. La acestea se pot adăuga minereurile de cărbune, metalele neferoase (aluminiiu, staniu, etc.), minereurile uranifere și minereurile prețioase (aur).

#### **b) Riscurile și amenințările energetice**

Securitatea energetică fiind o componentă a securității economice și implicit naționale, include din nefericire și componente ca "risc" și "amenințare", unde diversele crize sunt cuantificate în disfuncționalități, scurtcircuitări, întreruperi ale livrărilor de energie, care cu efect de insecuritate a alimentării.

Riscurile și amenințările energetice sunt adesea, asociate cu probabilitatea producerii unor evenimente sau procese ce pot cauza perturbări drastice a funcționării normale a economiei unui stat, a activității entităților economice energetice și a consumatorilor casnici, ceea ce, în final, poate materializa insecuritate economică și implicit națională.

Noțiunea de risc sau amenințare a alimentării cu energie în toate formele ei, are câteva caracteristici fundamentale, precum:

- riscul/amenințarea surselor, resurselor, prețurilor, rutelor și piețelor;
- riscul/amenințarea de natură internă sau externă, generat/ă de anumiți factori interni și externi;
- riscul/amenințarea cu care se confruntă participanții la procesele și circuitele economice, unde economia este dependentă de resurse energetice externe;
- riscul/amenințarea de a produce daune economice și financiare;
- riscul/amenințarea are o acțiune ireversibilă, în sensul în care efectele sale, odată produse, nu mai pot fi înlăturate decât cu cheltuieli suplimentare costisitoare;
- riscul/amenințarea impune în permanență analiză și mijloace de prevenire/combateră sau de gestionare în caz că s-a concretizat.

Riscul/amenințarea la adresa securității alimentării cu energie (în toate formele ei) se poate manifesta în cazul:

- tensiunilor și rivalităților geopolitice (riscuri/amenințări politice) – vizează presiunile exercitate de unii actori asupra altora prin anumite pârghii legate de preț, cantitate, calitate, monopol, etc.;
- modificării majore a prețurilor la energie (riscuri/amenințări economice) – sunt legate de disponibilitatea și accesibilitatea resurselor de energie, prețurile energiei, siguranța cererii și ofertei, stabilitatea veniturilor producătorilor și exportatorilor de energie, dar și a intermediarilor;
- întreruperi parțiale sau totale a fluxului fizic de energie (riscuri/amenințări fizice) – pot decurge din conflicte armate, terorism, dezastre naturale sau antropice, naționalizare, rivalități geopolitice.

Analiza acestor riscuri/amenințări trebuie să aibă în vedere dependențele, interdependențele și interacțiunile pe scena energetică națională, regională și mondială dintre actori, resurse și piețe.

#### **c) Securitatea/insecuritatea energetică**

Definirea securității energetice este foarte variată din cauza multitudinii de opinii, cum ar fi:

- protecție împotriva întreruperilor de alimentare induse politic sau problemelor de aprovizionare induse tehnic;
- confruntarea cu acțiunile teroriste sau de a face față șocurilor prețurilor;
- abordarea problemei încălzirii globale;
- conform evaluării energetice mondiale realizată de ONU împreună cu Consiliul Mondial al Energiei – CME, securitatea energetică înseamnă "disponibilitatea în orice moment a energiei în diferite forme, în cantități suficiente și la prețuri accesibile, fără un impact inacceptabil sau ireversibil la adresa mediului";
- Agenția Internațională pentru Energie definește securitatea energetică drept "disponibilitatea neîntreruptă a surselor de energie la un preț accesibil", cu respectarea normelor de mediu;

- orice acțiune sau posibil inacțiune a oricărui actor (companie) al lanțului deținător – exploatator – producător – exportator – transportator – importator – distribuitor – consumator, legată direct sau indirect de resursele energetice primare sau energia electrică, ce are scopul de a influența sau controla alți actori (companii), în vederea atingerii propriilor interese (Fiță, Radu, Păsculescu, Popescu, 2021).

Securitatea energetică constă în primul rând în asigurarea accesului la resurse și include în funcție de poziția actorului respectiv în lanțul de mai sus:

- securitatea surselor/resurselor;
- securitatea cererii/ofertei;
- securitatea/stabilitatea prețurilor;
- securitatea alimentării, rutelor și transportului;
- securitatea infrastructurii critice energetice.
- securitatea distribuției;
- securitatea/stabilitatea plăților și a veniturilor;
- securitatea/stabilitatea piețelor.

#### 4. Concluzii

Apariția tot mai frecventă a cazurilor de terorism 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 a unui stat 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 a unui stat reprezintă de fapt securitatea economică și implicit națională a României.

#### Bibliografie:

1. Fiță D., Radu S., Păsculescu D., Popescu F., (2021), *Using the primary energetic resources or electrical energy as a possible energetical tool or pressure tool*, International Conference Knowledge Based Organization, Vol XXVII, Land Forces Academy Nicolae Bălcescu of Sibiu
2. Ministerul Afacerilor Externe (2021), *Securitate energetică*, [www.mae.ro/node/1602](http://www.mae.ro/node/1602)
3. Preda G., Marinescu M., Năstase G., (2004), *Tratat: Valorificarea resurselor naturale. Volumul I: Bazele resurselor naturale*, Editura International University Press, București
4. United Nation, (1948), *The Universal Declaration of Human Rights*, Article 25(1)
5. United Nation, (1992), *Agenda 21*, Chapter 9(9.9), Rio de Janeiro
6. United Nations (2012), *The Future We Want*, Article 125, Rio de Janeiro

# EVALUAREA RISCURILOR DE SECURITATE ASUPRA UNEI INFRASTRUCTURI CRITICE ENERGETICE – CENTRALĂ NUCLEAR ELECTRICĂ

**Emilia GRIGORIE**<sup>1</sup>, **Tabita Gabriela BORS**<sup>2</sup>  
emilia\_grigorie@yahoo.com

Șef lucr.dr.ing. **Daniel Nicolae FÎȚĂ**<sup>3</sup>, Conf.univ.dr.ing. **Dragoș PĂSCULESCU**<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universitatea din Petroșani, Școala Doctorală, specializarea: Mine, Petrol, Gaze, anul III

<sup>2</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea de Științe, specializarea: Asistență Socială, anul I

<sup>3</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Centrul de Cercetare: Studii Strategice de Securitate Energetică

<sup>4</sup> Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Departamentul: Automatică, Calculatoare, Inginerie Electrică și Energetică

## Rezumat

Centralele nucleare electrice, cotate ca infrastructuri critice energetice, sunt elemente foarte importante ale Sistemului Energetic Național, din care se injectează energie electrică în stațiile electrice (noduri energetice), care asigură la rândul lor circulația, transformarea și distribuirea energiei electrice către consumatorii industriali sau casnici, sau către alte sisteme energetice vecine sau din cadrul ENTSO-E. Deoarece aceste infrastructuri critice energetice sunt de importanță strategică națională, ele trebuie evaluate din punct de vedere al riscurilor de securitate în scopul de a identifica vulnerabilitățile, amenințările și pericolele la adresa lor. În urma cunoașterii acestor elemente de instabilitate (vulnerabilități, amenințări și pericole), se pot elabora strategii naționale energetice de protecție și securitate ale acestora. Toate acestea conduc la asigurarea, realizarea și creșterea securității energetice, economice și implicit naționale.

## Cuvinte cheie

*Risc, evaluare, infrastructură critică, centrală nuclear electrică*

### 1. Introducere

Prezenta lucrare cu titlul Evaluarea riscurilor de securitate asupra infrastructurilor critice energetice – Centrală Nuclear Electrică, face parte integrantă din viitoarea teză de doctorat Cercetări privind identificarea și evaluarea riscurilor de securitate asociate infrastructurilor critice din cadrul Sectorului Energetic Național, din cadrul Universității din Petroșani, unde voi dezbate următoarele: Noțiuni de bază, cadrul legislativ și sectoare industriale referitoare la infrastructuri critice, Metodologia de evaluare a riscurilor și programe de protecție a infrastructurilor critice, Prezentarea sistemelor componente Sectorului Energetic Național, Analiza critică a Sectorului Energetic Național – Identificare infrastructuri critice și evaluare riscuri de securitate, precum și Strategia de combatere și eliminare a elementelor de instabilitate la adresa Sectorului Energetic Național. În continuare voi analiza critic Sistemul Nuclear Național, prin identificare infrastructuri critice, identificare, construire și evaluare scenariu de risc de securitate (Grigorie, 2021, 2020).

### 2. Identificarea infrastructurilor critice din cadrul Sistemului Nuclear Național

În *tabelul 1.* sunt enumerate infrastructurile critice identificate din cadrul Sistemului Nuclear Național, localizate pe teritoriul României. (Fiță, Radu, Păsculescu, 2021)

**Tabelul 1.** *Infrastructuri critice identificate din cadrul Sistemului Nuclear Național*

Proprietar Infrastructură Critică	Autoritate Reponsabilă Competentă	Denumire INFRASTRUCTURĂ CRITICĂ	Tip Infrastructură Critică (europeană/națională)	Perimetru Localizare
Compania Națională a Uraniului – C.N.U.	Ministerul Energiei	Sucursala SUCEAVA Exploatarea Minieră Uraniferă CRUCEA	Europeană	Jud. Suceava
		Sucursala SUCEAVA Exploatarea Minieră Uraniferă BOTUȘANA		
		Sucursala FELDIOARA Uzina de Prelucrare a Minereurilor Uranifere – UZINA R		Jud. Brașov
		Sucursala FELDIOARA Uzina de Rafinare Concentrate Tehnice de Uraniu – UZINA E		

S.N. Nuclearelectrica S.A.		F.C.N. PITEȘTI Secția PASTILE		Jud. Argeș
		F.C.N. PITEȘTI Secția ASAMBLARE		Jud. Constanța
		C.N.E. CERNAVODĂ – U1 Clădire Unitate NUCLEARĂ 1		Jud. Mehedinți
		C.N.E. CERNAVODĂ – U2 Clădire Unitate NUCLEARĂ 2		
C.N.M.A.G.		Uzina de Apă Grea ROMAG PROD		

### 3. Identificare și derulare secvențială scenariu de risc de securitate

În urma analizei critice a Sistemului Nuclear Național, s-a identificat și construit următorul scenariu de risc de securitate: (Grigorie, 2021).

#### Scenariu de risc:

Sucesiune de Incidente Tehnice CENTRALĂ NUCLEAR ELECTRICĂ – Ieșirea totală din funcțiune a Sistemului Energetic Național (black-out)

În urma identificării și construirii scenariu de risc de securitate, s-a efectuat următoarea derulare secvențială:

#### Derulare Secvențială

##### SUCESIUNE DE INCIDENTE TEHNICE CENTRALĂ NUCLEAR ELECTRICĂ:

SUCESIUNE DE INCIDENTE TEHNICE → GREȘELI PERSONAL OPERATIV/DISPECERIZARE → IEȘIREA TOTALĂ DIN FUNCȚIUNE A SISTEMULUI ENERGETIC NAȚIONAL (BLACK-OUT) → INSECURITATE ENERGETICĂ → INSECURITATE INDUSTRIALĂ → INSECURITATE ECONOMICĂ → INSECURITATE NAȚIONALĂ → DAUNE MATERIALE / PIERDERI DE VIEȚI OMENEȘTI → STARE DE INSTABILITATE / CRIZĂ

### 4. Evaluare scenariu de risc de securitate

Mai jos se evaluează scenariul de risc de securitate identificat și construit.

Cauzele și efectele scenariului de risc sunt descrise în *tabelul 2*.

Evaluarea riscurilor de securitate sunt doar de natură electrică, ci nu de natură nucleară. (Grigorie, 2021).

**Tabelul 2. Cauze și efecte**

<p><b>Cauze: (nu sunt cauze de natură nucleară)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- scurtcircuite sau deteriorări ale echipamentelor energetice din centrale sau stațiile eferente (generatoare, transformatoare, întreruptoare, separatoare, etc.);</li> <li>- starea precară a echipamentelor energetice din centrale sau stațiile aferente (generatoare, transformatoare, întreruptoare, separatoare, etc.);</li> <li>- lipsa investițiilor în centrale electrice sau stațiile aferente;</li> <li>- nefuncționarea automatelor de sistem din cadrul grupurilor energetice;</li> <li>- ieșirea din sincronism a generatoarelor;</li> <li>- lipsă materii prime aferente tipului de generator și modului de funcționare (gaze naturale, cărbune, uraniu, apă, etc.);</li> <li>- lipsa reviziilor la echipamentele energetice;</li> <li>- neretehnologizarea centralelor electrice;</li> <li>- configurația greșită a centralelor electrice;</li> <li>- manevre greșite efectuate de personalul operativ din centrală sau stație;</li> <li>- lipsa personalului operativ specializat și/sau instruit;</li> <li>- necomunicarea sau comunicarea precară cu DET – Dispeceratul Energetic Teritorial sau DEN – Dispeceratul Energetic Național;</li> <li>- personal DET sau DEN nespecializat pe timp de criză;</li> </ul>	<p><b>Efecte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- stoparea pieței de energie între România și UE;</li> <li>- stoparea pieței de energie între România și Serbia, Ucraina, Republica Moldova;</li> <li>- nealimentarea cu energie electrică a sistemelor energetice vecine și ai UE;</li> <li>- nealimentarea cu energie electrică a consumatorilor importanți și a liniilor electrice magistrale din cadrul SEN;</li> <li>- pagube materiale enorme generând din lipsa energiei electrice;</li> <li>- pagube materiale enorme generând din interdependența altor sisteme;</li> <li>- posibilitatea unui black-out local, regional sau național.</li> </ul>
--	---

- lipsa procedurilor de lucru din stații pe timp de criză; - lipsa/nerespectarea/necunoașterea procedurilor naționale/europene în caz de avarie gravă (black out); - lipsa instruirii în domeniul Managementul Riscului.	
--	--

#### a) Stabilirea probabilității

Pentru stabilirea probabilității de producere a fost adoptată următoarea scală de probabilitate:

NIVEL / PUNCTAJ ASOCIAȚ	DEFINIREA PROBABILITĂȚII	PERIOADE
<b>1. Foarte scăzut</b>	Are o probabilitate foarte scăzută de a se produce. Se impun măsuri normale de monitorizare a evoluției evenimentului.	<b>peste 13 ani</b>
<b>2. Scăzut</b>	Evenimentul are o probabilitate scăzută de a se produce. Se impun eforturi pentru a se reduce probabilitatea și/sau atenuarea impactului produs.	<b>10 – 12 ani</b>
<b>X 3. Mediu</b>	Evenimentul are o probabilitate semnificativă de a se produce. Se impun eforturi semnificative pentru reducerea probabilității și/sau atenuarea impactului produs.	<b>7 – 9 ani</b>
<b>4. Ridicat</b>	Evenimentul are o probabilitate de a se produce. Se impun eforturi prioritare de reducere a probabilității și de atenuare a impactului produs.	<b>4 – 6 ani</b>
<b>5. Foarte ridicat</b>	Evenimentul este considerat iminent. Se impun măsuri imediate și extreme pentru protejarea obiectivului, evacuarea către o locație sigură dacă impactul o impune.	<b>1 – 3 ani</b>

#### b) Stabilirea gravității consecințelor

Gravitatea consecințelor este dată de nivelul cel mai defavorabil al vulnerabilităților și nivelurilor de impact.

- *Analiza vulnerabilităților și capabilităților, conform tabelului 3.*

**Tabelul 3. Analiza vulnerabilităților și capabilităților**

VULNERABILITĂȚI ȘI CAPABILITĂȚI	NIVEL
<b>1. Lipsa putere instalată în zona de nord a României:</b> - lipsa de construcții a unor centrale noi (lipsă investiții); - imprecizibilitatea sistemului politic; - posibilitatea unui black-out zonal, regional sau național, generând stoparea pieței de energie electrică între România și UE; - insecuritate economică generând insecuritate națională;	<b>Foarte scăzut</b>
	<b>Scăzut</b>
	<b>Mediu</b>
	<b>Ridicat</b>
	<b>Foarte ridicat</b>
<b>2. Gradul de specializare și instruire periodică a personalului cu atribuții de restabilire a procesului de alimentare cu energie electrică sau materii prime:</b> - personalul operativ; - personalul de mentenanță; - personalul de securitate.	<b>Foarte scăzut</b>
	<b>Scăzut</b>
	<b>Mediu</b>
	<b>Ridicat</b>
	<b>Foarte ridicat</b>

- *Analiza impactului*

Analiza impactului este o analiză a managementului la anumite niveluri care identifică impactul pierderii resurselor unei infrastructuri critice europene (centrală electrică de importanță națională CNE).

Se va lua în considerare severitatea tuturor impacturilor scenariului și apoi se va stabili nivelul gravității consecințelor producerii hazardului/amenințării din scenariul considerat.

Va fi ales nivelul cel mai ridicat din nivelurile de gravitate aferente impacturilor, conform tabelului 4.

**Tabelul 4. Analiza impactului**

IMPACTURI	NIVEL	
<b>Pagube enorme generate de lipsa energiei electrice</b>	<b>1. Foarte scăzut</b>	temporar
	<b>2. Scăzut</b>	daune însemnate
	<b>3. Mediu</b>	daune medii

	<b>4. Ridicat</b>	daune mari
	<b>5. Foarte ridicat</b>	daune foarte mari
<b>Pagube enorme generate de interdependența celorlalte sisteme</b>	<b>1. Foarte scăzut</b>	0 – 10% din VCI
	<b>2. Scăzut</b>	11 – 20% din VCI
	<b>3. Mediu</b>	21 – 30% din VCI
	<b>4. Ridicat</b>	31 – 40% din VCI
	<b>5. Foarte ridicat</b>	peste 41% din VCI
<b>Potențiale pagube ale mediului înconjurător</b>	<b>1. Foarte scăzut</b>	0 – 20%
	<b>2. Scăzut</b>	21 – 40%
	<b>3. Mediu</b>	41 – 60%
	<b>4. Ridicat</b>	61 – 80%
	<b>5. Foarte ridicat</b>	peste 81%
<b>Puternice impacturi sociale</b>	<b>1. Foarte scăzut</b>	0 – 10% din IP
	<b>2. Scăzut</b>	11 – 20% din IP
	<b>3. Mediu</b>	21 – 30% din IP
	<b>4. Ridicat</b>	31 – 40% din IP
	<b>5. Foarte ridicat</b>	peste 41% din IP

NIVEL / PUNCTAJ ASOCIAT	GRAVITATEA CONSECINTELOR
<b>1. Foarte scăzut</b>	Evenimentul produce o perturbare minoră în desfășurarea activității, fără pagube materiale.
<b>2. Scăzut</b>	Evenimentul produce pagube materiale minore și perturbări limitate ale activității
<b>3. Mediu</b>	Răniri produse personalului, și/sau anumite pierderi de echipamente, utilități și întârzieri în furnizarea serviciului.
<b>4. Ridicat</b>	Răniri grave ale personalului, pierderi semnificative de echipamente de instalații și facilități, întârzieri și/sau întreruperea furnizării serviciilor.
<b>X 5. Foarte ridicat</b>	Consecințele sunt catastrofice rezultând decese și răniri grave ale personalului, pierderi majore de echipamente, instalații și facilități și sistarea furnizării serviciului

#### c) Calculul nivelului de risc

<b>PROBABILITATE</b>	<b>Foarte ridicat 5</b>					
	<b>Ridicat 4</b>					
	<b>Mediu 3</b>					<b>Scenariu risc S. IND. TEH.</b>
	<b>Scăzut 2</b>					
	<b>Foarte scăzut 1</b>					
	<b>0</b>	<b>Foarte scăzut 1</b>	<b>Scăzut 2</b>	<b>Mediu 3</b>	<b>Ridicat 4</b>	<b>Foarte ridicat 5</b>
<b>GRAVITATE / CONSECINȚE</b>						
<i>Notă: Riscul este dat de produsul dintre probabilitatea de producere a unui hazard / amenințări și gravitatea consecințelor acestuia</i>						

Riscul calculat are **valoarea 15**  
(probabilitate 3 x gravitate 5)  
prin urmare există un  
**RISC RIDICAT**  
de producere a scenariului ales

NIVEL DE RISC CALCULAT	
NIVEL	PUNCTAJ
<b>Foarte scăzut</b>	<b>1 – 3</b>
<b>Scăzut</b>	<b>4 – 6</b>
<b>Mediu</b>	<b>7 – 12</b>
<b>Ridicat</b>	<b>13 – 16</b>
<b>Foarte ridicat</b>	<b>17 – 25</b>

#### d) Tratarea riscului

Pentru reducerea riscului se impun măsuri pentru diminuarea următoarelor vulnerabilități și/sau îmbunătățirea următoarelor capabilități, conform tabelului 5.:



**Tabelul 5. Tratarea riscului**

VULNERABILITATEA ȘI/SAU CAPABILITATEA	MĂSURI PROPUSE
Lipsa putere instalată în zona de nord a României.	- investiții majore în infrastructura critică națională și europeană; - precizibilitatea (siguranța) sistemului politic; - accesarea de fonduri europene privind securitatea infrastructurilor critice europene.
Gradul de specializare și instruire periodică a personalului operativ cu atribuții de restabilire a procesului de alimentare cu energie electrică sau materii prime.	- cursuri de pregătire și perfecționare pentru personalul operativ, mentenanță și securitate; - analiza evenimentelor, incidentelor, etc.; - controlul instalațiilor pe linie de exploatare și efectuarea mentenanței preventive.

După aplicarea măsurilor de reducere a riscului rezultă, conform tabelului 6:

**Tabelul 6. Măsuri după tratarea riscului**

VULNERABILITATEA	IDENTIFICATĂ	DUPĂ APLICAREA MĂSURULOR
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lipsa putere instalată în zona de nord a României;</li> <li>- Gradul de specializare și instruire periodică a personalului operativ cu atribuții de restabilire a procesului de alimentare cu energie electrică</li> </ul>	<b>1. Foarte scăzut</b>	<b>1. Foarte scăzut</b>
	<b>2. Scăzut</b>	<b>2. Scăzut</b>
	<b>3. Mediu</b>	<b>3. Mediu</b>
	<b>4. Ridicat</b>	<b>4. Ridicat</b>
	<b>5. Foarte ridicat</b>	<b>5. Foarte ridicat</b>

**e) Recalcularea gravității consecințelor**

NIVEL / PUNTAJ ASOCIAT	GRAVITATEA CONSECINȚELOR
<b>1. Foarte scăzut</b>	Evenimentul produce o perturbare minoră în desfășurarea activității, fără pagube materiale.
<b>2. Scăzut</b>	Evenimentul produce pagube materiale minore și perturbări limitate ale activității
<b>X 3. Mediu</b>	Răniri produse personalului, și/sau anumite pierderi de echipamente, utilități și întârzieri în furnizarea serviciului.
<b>4. Ridicat</b>	Răniri grave ale personalului, pierderi semnificative de echipamente de instalații și facilități, întârzieri și/sau întreruperea furnizării serviciilor.
<b>5. Foarte ridicat</b>	Consecințele sunt catastrofice rezultând decese și răniri grave ale personalului, pierderi majore de echipamente, instalații și facilități și sistarea furnizării serviciului

**f) Nivelul de risc după aplicarea măsurilor de reducere**

<b>PROBABILITATE</b>	<b>Foarte ridicat 5</b>					
	<b>Ridicat 4</b>					
	<b>Mediu 3</b>			<b>Scenariu risc S. IND. TEH.</b>		
	<b>Scăzut 2</b>					
	<b>Foarte scăzut 1</b>					
	<b>0</b>	<b>Foarte scăzut 1</b>	<b>Scăzut 2</b>	<b>Mediu 3</b>	<b>Ridicat 4</b>	<b>Foarte ridicat 5</b>
<b>GRAVITATE / CONSECINȚE</b>						
Notă: Riscul este dat de produsul dintre probabilitatea de producere a unui hazard / amenințări și gravitatea consecințelor acestuia						

Riscul calculat are **valoarea 9**  
(probabilitate 3 x gravitate 3)  
prin urmare există un  
**RISC MEDIU**  
de producere a scenariului ales

NIVEL DE RISC CALCULAT	
NIVEL	PUNCTAJ
Foarte scăzut	1 – 3
Scăzut	4 – 6
Mediu	7 – 12
Ridicat	13 – 16
Foarte ridicat	17 – 25

#### 5. Concluzii

În urma evaluării scenariului de risc, avem următoarele valori ale componentelor riscului:

- **Clasa de probabilitate: 3 – Mediu;**
- **Gravitatea consecințelor: 5 – Foarte ridicată;**
- **Nivel de risc: 15 – RIDICAT.**

După aplicarea măsurilor de reducere, avem următoarele valori ale componentelor riscului:

- **Clasa de probabilitate rămâne aceeași, adică: 3 – Mediu;**
- **Gravitatea consecințelor devine 3 – Medie;**
- **Nivel de risc devine: 9 – MEDIU.**

Rezultatele obținute în urma analizei critice a Sistemul Nuclear Național, prin evaluarea riscurilor de securitate, stau la baza identificării elementelor de instabilitate (vulnerabilități, amenințări și pericole) și posibilitatea necesității de îmbunătățire a creșterii siguranței și securității Sectorului Energetic Național.

#### Bibliografie:

1. Fiță D., Radu S., Păsculescu D., (2021), *Asigurarea, controlul și stabilitatea securității energetice în contextul creșterii securității industriale și naționale – Compendiu academic*, Editura Universitas, Petroșani
2. Grigorie E., (2021), *Analiza critică a infrastructurilor critice din cadrul sectorului energetic – Identificare și evaluare riscuri de securitate*, Raport de Cercetare nr. 3, Școala Doctorală, Universitatea din Petroșani, Petroșani
3. Grigorie E., (2021), *Sectorul energetic – Motorul de bază al economiei naționale*, Raport de Cercetare nr. 2, Școala Doctorală, Universitatea din Petroșani, Petroșani
4. Grigorie E., (2020), *Infrastructurile critice – Elemente de securitate indispensabile necesare bunei funcționări a sectorului energetic*, Raport de Cercetare nr. 1, Școala Doctorală, Universitatea din Petroșani, Petroșani