

## RECONSTRUCȚIA STAȚIILOR DE TRANSFORMARE 110 kV CU UTILIZAREA ÎNTRERUPTOARELOR ÎN VID

**Serghei VRABIE**

Departamentul Energetica, grupa EE-23M, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică,  
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

\*Autorul corespondent: Serghei Vrabie, e-mail [serghei.vrabie@en.utm.md](mailto:serghei.vrabie@en.utm.md)

Coordonatorul științific **Ina DOBREA**, dr., lect. univ., FEIE, UTM, Moldova

**Rezumat.** Stațiile de transformare ca noduri energetice importante, sunt elementele vitale ale Sistemului Electroenergetic, fiind parte componentă atât a rețelelor de transport, cât și a celor de distribuție. Majoritatea stațiilor de transformare din Republica Moldova au fost construite în anii 1950-1980 și au devenit complet depășite. În afară de uzura morală și fizică a echipamentelor electrice, sunt învechite soluțiile tehnice și constructive, ceea ce determină deconectări de avarie, scurtcircuite și alte situații anormale. Având în vedere că construirea unei noi stații este destul de costisitoare și prezintă un proces îndelungat (documente de autorizare, documentație de proiect, alocarea terenului, alte aspecte procedurale), se preferă reconstrucția celor existente.

În lucrare se propune reconstrucția stațiilor existente cu scurtcircuitoarelor și separatoarelor de secționare și utilizarea întreruptoarelor în vid.

**Cuvinte cheie:** stație de transformare, întreruptor în vid, întreruptor cu hexafluorură de sulf.

### Introducere

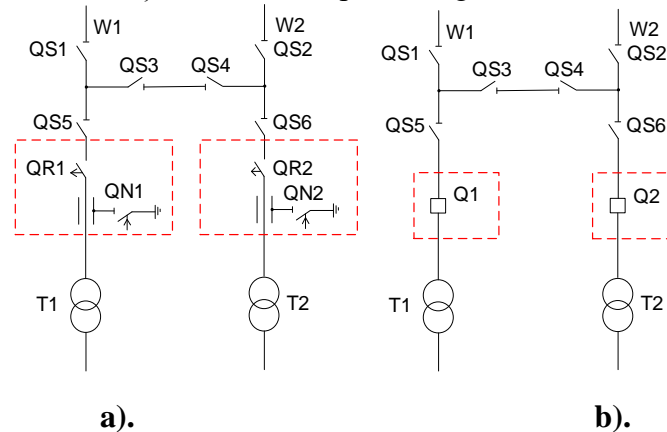
Cerința de bază privind dezvoltarea instalațiilor electrice din cadrul stațiilor de transformare este asigurarea continuă a consumatorilor cu energie electrică concomitent cu asigurarea unui grad ridicat de fiabilitate și siguranță. Fiabilitatea, siguranța și eficiența stațiilor de transformare pot fi îmbunătățite semnificativ prin utilizarea celor mai moderne echipamente electrice și tehnologii inovative, cum ar fi: digitalizare, echipamente de protecție inteligente, sisteme avansate de comunicație, etc. Soluțiile tehnice inovatoare determină:

- utilizarea celor mai noi echipamente electrice cu grad de fiabilitate sporit;
- implementarea tehnologiilor digitale pentru gestionarea regimurilor de funcționare a echipamentului electric principal;
- autodiagnosticarea și monitorizarea stării echipamentului electric, colectarea, prelucrarea și transmiterea datelor;
- controlul la distanță al aparatelor de comutare;
- utilizarea celulelor prefabricate compacte;
- utilizarea aparatelor cu izolație în hexafluorură de sulf ( $\text{SF}_6$ ) și în vid 110 kV;
- realizarea instalațiilor capsulate izolate în gaz, mai ales în localitățile cu construcții dense și vechi, în centrele culturale și istorice;
- utilizarea echipamentelor care nu necesită mentenanță sau un volum redus de deservire;
- implementarea protecțiilor și automatizărilor digitale;
- implementarea tehnicilor bazate pe inteligență artificială.

Exploatarea unei stații de transformare care nu a fost re tehnologizată/modernizată poate duce la o serie de întreruperi de energie electrică care ridică costurile și generează performanțe scăzute din punct de vedere tehnic.

### Schema „două blocuri linie-transformator cu punte neautomată”

Începând cu anii 50-60 a secolului trecut Stațiile de transformare 110 kV realizate după schema „două blocuri linie-transformator cu punte neautomată” cu separatoare de secționare (SS-QR) și scurtcircuitoare (SC-QN) Fig. 1(a) constituia o soluție justificată economic. Întreruptoarele cu ulei sau cu aer comprimat erau costisitoare și necesitau instalații suplimentare, cum ar fi stații de compresoare sau de ulei, inclusiv cheltuieli suplimentare pentru deservirea lor. Având în vedere multiplele dezavantaje a soluției SS+SC, cum ar fi crearea unui scurtcircuit monofazat sau bifazat voit și, respectiv, solicitări suplimentare ale acestora, deconectarea stațiilor alimentate de la aceeași linie, refuzul SS și SC în condiții de poluare intensă sau chiciură, s-a decis înlocuirea SS și SC cu întreruptoare Fig. 1(b).



**Figura 1. Schema „două blocuri linie-transformator cu punte neautomată” cu utilizarea separatoarelor de secționare și scurtcircuitoarelor; cu utilizarea întreruptoarelor**

Actualmente, stațiile de transformare realizate după schema învechită SS+SC se reconstruiesc. În Republica Moldova mai există un număr considerabil de stații care necesită modernizarea atât a echipamentului, cât și a soluțiilor constructive. Amplasarea Republicii Moldova într-o zonă seismică activă constituie un argument suplimentar privind scoaterea din exploatare a SS și SC. Conform [1], p. 6.2, nu se admite utilizarea schemelor cu SS+SC la proiectarea stațiilor de transformare noi. Catalogul nou a soluțiilor tip ale instalațiilor de distribuție [2] nu prevede schema cu SS+SC.

### Întreruptoare în vid

Întreruptoarele moderne cu hexafluorură de sulf ( $\text{SF}_6$ ) cuprind toată gama tensiunilor nominale, devenind cele mai utilizate în instalațiile 110 kV. Pe lângă avantajele incontestabile ale acestora se pune problema emisiilor de gaz  $\text{SF}_6$  ale aparatelor de comutație ce contribuie semnificativ la pericolul efectului de seră și al schimbării asociate a climei.

Alternativă disponibilă pe piață constă în utilizarea întreruptoarelor cu vid, numită „comutație ecologică” [2]. Până nu demult, echipamentele de comutație în vid avansat se utilizau numai în instalațiile de joasă și medie tensiune. În ultimii ani pe piața electrotehnică au apărut întreruptoare cu vid 110 kV și chiar 220 kV. Principalii producători sunt întreprinderile din SUA (Joslin), Suedia (Hughes Power System), Rusia (НПП Контакт, Высоковольтный союз, Элвест).

O tendință bine conturată a producătorilor de întreruptoare de înaltă tensiune este crearea aparatelor de tip inteligent (numite întreruptoare în vid inteligente) [3]. Asemenea modele inovatoare au la bază un întrerupător cu vid cu dispozitive integrate care îndeplinesc trei funcții principale - protecție, comutație și măsurare. Toate modulele funcționale (modul de comunicare, modul de intrare/ieșire binară, modul de calcul) sunt conectate într-un singur sistem comun. Ele permit schimb de date în timp real, sporind caracteristicile de comutare ale întrerupătorului.

Avantajele principale ale întreruptoarelor în vid [4]:

- număr mare de comutări - 10.000 pentru secvența de operare Închis/Deschis;
- costuri operaționale reduse (nu necesită suplینirea gazului);
- exploatarea într-un interval larg de temperaturi, de la -60 °C (fără încălzire suplimentară) până la +50 °C;
- nu prezintă pericol de incendiu și explozie;
- sunt echipamente cu comutare ecologică.

Studiul comparativ a întreruptoarelor cu SF<sub>6</sub> și celor în vid este reflectat în Tab. 1.

Tabelul 1

### Caracteristici comparative a întreruptoarelor cu SF<sub>6</sub> și în vid

Caracteristica	Întreruptor cu SF <sub>6</sub>	Întreruptor în vid
Numărul de comutări a curentului de rupere	10 – 50	30 – 400
Numărul de comutări a curentului normal	până la 10 000	până la 30 000
Deservire, ani	5 – 10	10 – 20 fără deservire
Deservirea polurilor	Complicat (specialiști din fabrică, cerințe dure privind securitatea)	Nu este necesar
Durata de exploatare a camerei de stingere, ani	2500 – 800	24 000

### Concluzii

Conform Planului de Dezvoltare a Rețelelor Electrice de Transport în perioada anilor 2018-2027 [5], se prevede reconstrucția/retehnologizarea stațiilor electrice (17%) și retehnologizarea echipamentelor de comutație (7%). Înlocuirea în schemele stațiilor de transformare a separatoarelor de secționare și scurtcircuitoarelor cu întreruptoare în vid va determina îmbunătățirea semnificativă a fiabilității și rețelelor electrice tensiune înaltă. Totodată, înlocuirea întreruptoarelor cu SF<sub>6</sub> cu tehnologia de comutație în vid, un gaz complet lipsit de fluor, se evită orice posibil impact asupra mediului și sănătății. În acest fel, Republica Moldova va spori angajamentul de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră.

### Referințe:

- [1] STO 56947007-29.240.10.248-2017. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС). Disponibil: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293740/4293740618.htm>.
- [2] STO 56947007-29.240.30.010-2008. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кВ. Типовые решения. ОАО «ФСК ЕЭС», 2007.
- [3] Porte, W. și Schoonenberg G.C. „Comutația ecologică - Oportunitate pentru a evita emisia de gaz SF<sub>6</sub> din rețelele de electricitate, în *al cincilea simpozion internațional asupra gazelor cu efect de seră, cu excepția CO<sub>2</sub> (NCGG-5)*, Wageningen, Țările de Jos 2009.
- [4] Întreruptoare în vid. Disponibil: [www.eds-engineering](http://www.eds-engineering)
- [5] Гладков М.А. „Вакуумные выключатели, преимущества, устройство вакуумных дугогасительных камер”. Вестник науки, vol. 3, no. 6 (63), 2023, pp. 1064-1069.
- [6] Plan de Dezvoltare a Rețelelor Electrice de Transport în perioada anilor 2018-2027. Î.S. “Moldelectrica”. Disponibil: <https://moldelectrica.md/files/docs/TYNPD.pdf>.