



Soluția SEL pentru protecția blocurilor generator-transformator din centralele electrice

Ing. Daniel Dumitrașcu, ing. Rareș Scarlat, ing. Ciprian Hosu
Compartiment „Relee de protecție”, Grup EnergoBit

Generalități

Sistemele de protecție aferente grupurilor generatoare de mare putere sau blocurilor generator-transformator sunt considerate cele mai complexe sisteme de protecție electrică datorită numărului mare de funcții de protecție și automatizare pe care trebuie să le îndeplinească dar și prin importanța elementelor protejate.

În România, în ultimii ani, au fost implementate cu succes de către diverși producători sau integratori sisteme de protecții ale unor astfel de elemente bazate pe tehnologia protecțiilor numerice.

Articolul de față va prezenta pe scurt soluția de protecție a unor grupuri generatoare de mare putere sau a unor blocuri de tip generator-transformator, bazate pe terminalele numerice de protecție ale producătorului nord-american Schweitzer Engineering Laboratories (SEL).

Implementarea unor astfel de sisteme de protecții, bazate pe terminale SEL, s-a făcut până acum cu succes în cazul mai multor blocuri generator-transformator din România, întreaga muncă de „engineering” fiind realizată de către specialiști români (incluzând aici proiectarea electrică, execuția dulapurilor de protecție complet echipate, configurarea și parametrizarea, verificarea înainte de p.i.f. și asistența la p.i.f.).

În mare, un sistem complex de protecție a blocurilor generator-transformator bazat pe terminalele numerice de protecție SEL implică utilizarea unor protecții multifuncționale de generatoare de tip SEL-300G, precum și a unor protecții diferențiale și maxime de curent, din familia SEL-387.

În cazul în care se impun și protecții ale liniilor de 110 kV sau chiar 220 kV se utilizează și protecții de distanță din

familiiile SEL-311C și SEL-421 sau protecții diferențiale de linie și de distanță de tipul SEL-311L. Materialul de față se va limita însă doar la protecțiile specifice blocurilor generator-transformator.

În cele ce urmează se vor prezenta succint principalele funcții de protecție aferente terminalelor numerice corespunzătoare blocurilor generator-transformator, iar apoi se va prezenta într-un paragraf separat modul în care au fost deja implementate astfel de sisteme în țara noastră.

La final se vor trece în revistă metode pentru interfațarea acestor sisteme de protecție cu sistemele de semnalizare din centralele electrice, precum și metode de integrare în sisteme SCADA a sistemelor de protecție.

Funcții de protecție și comandă-control ale terminalelor SEL, specifice pentru blocurile generator-transformator

În cadrul acestui paragraf se vor puncta principalele funcții de protecție ale terminalelor numerice menționate anterior:

Terminalul numeric multifuncțional pentru protecția generatoarelor SEL-300G

Implementează următoarele funcții de protecție specifice generatoarelor de putere:

- protecția contra punerilor la pământ statorice (95% prin elemente specifice de tensiune homopolară sau chiar 100% dacă se aduce în releu și tensiunea de pe neutru);
- protecția contra punerilor la pământ rotorice (împreună cu un modul extern specializat de tip SEL-2664 care comunică prin fibră optică informațiile procesate către un port serial al lui SEL-300G);
- protecția diferențială longitudinală, inclusiv cu compensarea conexiunilor și egalizare din soft (elemente cu frânare și fără frânare);



Terminal numeric multifuncțional pentru protecția generatoarelor SEL-300G



Modul extern pentru protecția contra p.p. rotorice SEL-2664

- protecția de putere inversă cu două trepte, foarte sensibilă;
- protecția de tip V/Hz contra supraexcitării circuitului magnetic;
- protecția contra pierderii excitației cu cercuri de tip Blondel;
- protecția contra pierderii sincronismului;
- protecția maximală de curent de secvență negativă;
- protecția de rezervă a sistemului (fie prin elemente maxime de curent controlate prin tensiune, fie prin elemente de distanță pentru defectele între faze);
- protecția diferențială transversală implementată pe intrarea separată de curent IN;
- protecția de minimă și maximă tensiune;
- protecția de minimă și/sau maximă frecvență (se poate implementa prin logică programabilă și o schemă de derivată de frecvență);
- protecția termică cu modul de 12 intrări RTD tip SEL-2600A; etc.

Terminalul numeric pentru protecția diferențială și maximală de curent SEL-387

Implementează următoarele funcții de protecție specifice generatoarelor și transformatoarelor de putere:

- protecția diferențială longitudinală cu compensarea conexiunii și egalizarea raporturilor de transformare, implementată soft (elemente cu frânare cu maxim două pante și fără frânare pentru defecte interne serioase, inclusiv blocaj sau frânare suplimentare la armonica 2 și 4 și blocaj la armonica 5 și la conținutul de c.c.);
- protecția maximală de curent pentru fiecare intrare trifazată (SEL-387 este prevăzut cu 4 intrări trifazate de curent, SEL-387E cu 3 intrări trifazate de curent și 1 intrare trifazată de tensiune iar SEL-387A cu 2 intrări trifazate de curent);
- protecția REF („Restricted Earth Fault”) pentru detectarea punerilor la pământ aproape de punctul neutru al înfășurărilor stea, care nu sunt sesizate de diferențiala obișnuită (din cauza curentului diferențial mic generat de defect, care poate fi sub pragul de dezechilibru al protecției diferențiale longitudinale);
- protecția V/Hz și protecții de tensiune în cazul lui SEL-387E; etc.



Terminal numeric pentru protecția diferențială și maximală de curent SEL-387

Configurația intrărilor și ieșirilor și funcții specifice pentru comandă-control-semnalizare ale terminalelor SEL-300G și SEL-387

Releele de protecție din familiile SEL-300G și SEL-387 fac parte din arhitectura hardware „SEL-300” dezvoltată de producătorul nordamerican Schweitzer, care implică echipamente cu lățimea de 19” în cazul variantei rack și de înălțime 2U sau 3U (1 U = 44,1 mm).

Echipamentele de înălțime 2U sunt prevăzute cu o placă de bază cu microprocesor care conține și 6 intrări numerice și 7 contacte de ieșire programabile plus un contact de alarmă cu funcție dedicată, iar cele de înălțime 3U adaugă plăcii de bază o placă suplimentară de intrări / ieșiri numerice cu încă 8 intrări numerice și 12 contacte de ieșire programabile.

Placa suplimentară poate fi prevăzută și cu contacte întărite, care au o putere de rupere de 10 A la 250 Vcc și L/R = 20 ms. În cazul variantei standard, curentul de rupere este de 0,2 A la 250 Vcc și L/R = 40 ms.

Caracteristicile de conectare (Make 30 A) și de regim permanent (6 A) sunt identice în ambele variante.

Echipamentele există fie în varianta debroșabilă (cu așa numiți conectori „plug-in”), fie în varianta cu borne cu șuruburi.

Fiecare echipament din familiile SEL-300G și SEL-387 este prevăzut cu funcții de tip osciloperturbograf (până la 3,6 secunde pe înregistrare în cazul lui SEL-300G) și respectiv de jurnal de evenimente (până la 512 înregistrări).

Toate înregistrările (fie de tip osciloperturbograf sau jurnal de evenimente) sunt păstrate în memoria nevolatilă, neexistând pericolul pierderii lor în cazul dispariției tensiunii operative de alimentare a echipamentelor.

În directă legătură cu funcțiile de comandă-control-semnalizare, echipamentele menționate sunt prevăzute cu un panou frontal cu afișaj LCD, cu butoane și cu LED-uri de semnalizare.

În plus, pentru fiecare echipament se pot construi până la 16 puncte de afișare („display points”) pe care se pot defini texte în limba română care sunt asociate unor condiții logice interne (ex. „FUNCT DIF GEN” când lucrează diferențiala generatorului), care vor permite apariția pe afișajul LCD a mesajelor text definite când se întrunesc condițiile asociate.

Pentru automenținerea unor semnalizări, terminalele SEL menționate sunt prevăzute cu 16 biți cu automenținere („latch bits”) care pot fi programați cu condiții de SET și RESET.

Astfel, se pot implementa funcții de semnalizare care sunt apoi asignate anumitor contacte de ieșire sau transmise în SCADA.

În ceea ce privește comanda locală, pot fi implementate maxim 16 puncte de control local care setează/resetează anumite elemente de logică internă a releelor care se numesc biți locali („local bits”), și care permit prin folosirea lor în diverse funcții logice interne emiterea de comenzi de declanșare de întrerupătoare, comenzi de alte elemente precum și punerea / scoaterea din funcțiune a diverselor protecții sau automatizări.

Terminalele sunt prevăzute cu 16 biți utilizați pentru comanda de la distanță („remote bits”) care pot fi folosiți pentru realizarea diverselor comenzi, resetări de semnalizări sau puneri / scoateri din funcțiune a diverselor automatizări și/sau protecții din SCADA.

Implementarea cu terminale SEL a unor sisteme de protecție pentru blocurile generator-transformator

După cum s-a menționat deja la începutul acestui articol, în România au fost deja implementate cu succes sisteme de

Sisteme de protecție

protecții ale blocurilor generator-transformator în diverse centrale termoelectrice.

În cele mai multe cazuri este vorba de blocuri generator-transformator de putere medie (50-75 MVA), cu o configurație a schemei în care generatorul debitează pe un transformator ridicător de 110/10,5 kV și pe un transformator de servicii proprii (TSP) de 10,5/6 kV, cu două secții de bare pe partea de tensiune inferioară.

Pe partea de 110 kV puterea este debitată în sistem prin intermediul barelor de 110 kV, conectate la blocul generator-transformator prin intermediul unui întrerupător de 110 kV.

Soluția SEL pentru implementarea unor astfel de sisteme de protecție poate fi parțial standardizată, prin utilizarea unor terminale similare pentru aplicații similare.

Astfel, în cazul sistemelor de protecție deja implementate, pentru protecția generatorului propriu-zis au fost folosite două terminale multifuncționale din familia SEL-300G, practic identice, pentru a se asigura o redundanță 100%.

Terminalele SEL-300G folosite în acest scop sunt prevăzute amândouă cu 14 intrări numerice și 20 de contacte de ieșire (varianta cu placă suplimentară) - în unele aplicații contactele de ieșire pot fi întărite, iar în altele pot fi standard.

De regulă, declanșările asupra elementelor de execuție trebuie date pe două canale separate - această segregare a canalelor de declanșare poate fi făcută fie direct de la nivelul terminalelor de protecție numerică, fie prin intermediul unor relee de multiplicare exterioare.

În anumite situații, releele din prima grupă pot fi configurate să dea toate declanșările pe un canal, iar cele din a doua grupă să dea declanșare pe celălalt canal.

În aplicațiile implementate, care sunt similare majorității blocurilor-generator transformator din țară, terminalele SEL-300G realizează diverse funcții de protecție, cum ar fi: diferențială generator, punere la pământ statorică, protecție maximală simetrică, protecție maximală de curent de secvență inversă, protecție de frecvență, protecție de putere inversă, protecție contra pierderii excitației etc.

Pentru protecția diferențială a blocului generator-transformator se utilizează un terminal numeric SEL-387, care trebuie să primească curenții de la reductorii aferenți părți de 110 kV a transformatorului de putere și dinspre neutrul generatorului, precum și de pe derivația spre TSP.

Pentru protecția diferențială a transformatorului de servicii proprii se utilizează tot un terminal numeric de tip SEL-387, care folosește curenții de pe derivația spre TSP de pe partea de 10,5 kV și de pe cele două secții de bare de 6 kV.

În cazul lui SEL-387 sunt active și protecțiile maxime de curent aferente fiecărei intrări trifazate de curent folosite precum și diverse protecții tehnologice specifice transformatoarelor (preluate pe intrări numerice): gaze, supratemperatură etc.

În astfel de scheme, sistemul de protecție implementat trebuie să acționeze asupra mai multor elemente de declanșare și anume: asupra întrerupătorului de 110 kV, asupra celor două întrerupătoare de 6 kV ale secțiilor aferente TSP, asupra excitației și asupra turbinei.

Matricea de declanșare implementată în sistemul de protecție ține cont de tipul fiecărei protecții - spre exemplu, în cazul diferențialei generator se vor acționa toate elementele de declanșare menționate anterior, în timp ce pentru pierderea excitației nu se declanșează turbina sau pentru anumite condiții de pendulație (pierderea sincronismului) se declanșează doar întrerupătorul de 110 kV și se insularizează sistemul (practic se lasă generatorul să debiteze pe transformatorul de servicii proprii).

Implementarea unei astfel de matrici de declanșare se realizează prin programarea adecvată a condițiilor de declanșare și asignarea specifică asupra unor contacte de declanșare.

Existența în fiecare terminal SEL a funcțiilor logice SELogic ușurează mult implementarea unor matrici de declanșare adecvate.

Totodată, prin folosirea biților cu auto-menținere, amintiți în paragraful anterior, fiecare terminal numeric poate implementa diverse funcții de semnalizare asignate contactelor sale de ieșire sau poate crea semnalizări care să fie apoi preluate în SCADA sau în alte moduri.

Pe baza experienței acumulate în ultimii ani putem realiza un dulap de protecții generic pentru scheme de acest tip, complet echipat cu aparataj și cablat până la nivelul șirului de cleme în care se interfațează cu circuitele existente în centrale. Desigur, într-o astfel de configurație se mai impune o muncă de „engineering” pentru interfațarea dulapului complet echipat în instalațiile existente. Programabilitatea intrărilor și ieșirilor

terminalelor SEL asigură în aceste condiții o flexibilitate destul de ridicată în adaptarea configurațiilor soft la situația existentă pe teren.

Una dintre problemele care pot apărea în cazul folosirii a două terminale SEL-300G (ambele pentru protecția redundantă 100% a generatorului) și a două terminale SEL-387 (unul pentru protecția diferențială a trafo bloc, respectiv celălalt pentru protecția diferențială a trafo servicii proprii) este limitarea constructivă a numărului de contacte de ieșire care ar urma să fie folosite pentru diverse semnalizări - spre exemplu, pentru interfațarea cu panourile pupitru.

După cum s-a arătat deja, terminalele SEL utilizate într-un sistem de protecție a blocurilor generator-transformator pot fi prevăzute fiecare cu câte 14 intrări numerice și cu câte 20 de contacte de ieșire, în timp ce semnalizările solicitate uneori a ajunge pe panourile pupitru sau în alte zone pot fi mult mai numeroase.

Soluția pentru o astfel de situație va fi prezentată în paragraful următor.

Interfațarea sistemului de protecție SEL pentru blocuri generator-transformator cu panourile de semnalizare din centrale

În cazul în care terminalele numerice SEL utilizate pentru un sistem de protecție bloc-generator transformator sunt prevăzute cu suficiente contacte de ieșire pentru a acoperi necesarul de semnalizări, interfațarea cu panourile de semnalizare din centrale se realizează de la sine prin asignarea contactelor respective cu semnalele dorite și eventual multiplicarea lor spre diverse puncte de semnalizare (panouri pupitru etc.).

Procesor de I/E de tip SEL-2410



Cazul mai dificil este acela în care contactele de ieșire ale terminalelor SEL nu sunt suficiente pentru a acoperi tot necesarul de semnalizări ale sistemului de protecții către exterior.

În această situație trebuie „orchestrată” o soluție viabilă care să multiplice numărul de contacte de semnalizare care să fie cablate spre panourile exterioare de semnalizare.

Acest lucru este posibil prin utilizarea așa numitelor procesoare de comunicație SEL, în special de tipul SEL-2030 sau SEL-2032 la care se atașează procesoare logice de I/E de tipul SEL-2410.

Una din aplicațiile implementate de către firma EnergoBit se bazează exact pe această structură logică: releele de protecție SEL-300G și SEL-387 sunt conectate la un procesor de comunicație SEL-2030 care le interoghează în fiecare secundă și extrage din ele toți biții interni aferenți terminalelor respective.

Așa cum s-a menționat deja, la procesorul de comunicații SEL-2030 se află conectate și echipamentele de tipul SEL-2410, care sunt prevăzute cu plăci adiționale de intrări și ieșiri numerice.

În sistemul implementat de EnergoBit au fost utilizate două procesoare logice de I/E SEL-2410 prevăzute cu plăci conținând 8 intrări numerice și 24 de contacte de ieșire.

Intrările numerice ale respectivelor plăci au fost folosite în paralel cu contactele de declanșare pentru monitorizarea integrității circuitelor de declanșare, iar contactele de ieșire au fost folosite pentru suplimentarea contactelor necesare pentru semnalizarea diferitelor funcții.

Aplicația implementată a luat în considerare faptul că achiziția de către procesorul de comunicație SEL-2030 a stărilor diverselor semnale prelucrate de fiecare terminal numeric de protecție SEL-300G sau SEL-387 în parte poate fi realizată doar la interval de o secundă. În acest sens, acele semnalizări importante a fi transmise imediat au fost asignate direct contactelor de ieșire ale terminalelor SEL-300G sau SEL-387 (ex.: pornirea unei înregistrări a unui osciloperturbograf extern).

În schimb semnalizări gen „suprasarcină” sau semnalizări de poziții de elemente de comutație pot fi achiziționate de către procesorul de comunicații direct din terminalele de protecție SEL-300G și SEL-387.

Alte semnalizări, cum ar fi cele de tipul „funcționat...” sau „demarat...” pot fi și ele achiziționate de către procesorul de comunicații SEL-2030 însă doar după ce au fost asignate unor biți cu automenținere (latch bits) în interiorul terminalelor numerice de protecție SEL-300G și SEL-387 (caz în care SEL-2030 colectează acei „latch bits” programați corespunzător din SEL-300G și/sau SEL-387).

După colectarea informațiilor necesare a fi asignate unor contacte de semnalizare, SEL-2030 trebuie să le transmită spre procesoarele de intrări/ieșiri SEL-2410, care le vor asigna contactelor lor de ieșire.

Mecanismul de transmitere a semnalelor necesare dinspre procesorul de comunicații SEL-2030 spre SEL-2410 face apel la capabilitatea lui SEL-2030 să acționeze direct 16 „remote bits” din SEL-2410, pe care acesta din urmă îi poate apoi asigna contactelor de ieșire corespunzătoare.

Există și un mecanism mai special de transmitere a încă 8 biți din SEL-2030 spre SEL-2410 dacă nu sunt suficienți cei 16 remote bits, astfel încât practic pot fi folosite maxim 24 de contacte de ieșire din SEL-2410 pentru semnalizarea unor stări extrase din terminalele SEL-300G și SEL-387, folosind ca „intermediar” procesorul de comunicații SEL-2030.

Ro, 400633 Cluj-Napoca
str. Luncii nr. 5A
tel. +40 264 207 500
fax.: +40 264 207 555
e-mail: ebit@energobit.com

Grupul

EnergoBit

Soluția completă în electricitate

www.energobit.com

EnergoBit

EnergoBit Prod

energolux

EnergoBit
Schneider
Schneider Group GIE

Energom
constructions electriques

EnergoEco

EnergoBit

TAVRIDA ELECTRIC

enex
energy exchange and trading

Lucrări la cheie | Consultanță și management de proiecte complexe | Proiectare și inginerie electrică | Posturi de transformare în anvelopa de beton tip ROBUST | Posturi de transformare în anvelopa de tip ROBUST-M | Celule de medie tensiune gama MOD 6 | Celule de medie tensiune gama Sm6 | Firide pentru distribuție de joasă tensiune 0,4kV gama DOMINO | Soclu tripolar cu descărcătoare și siguranțe fuzibile de exterior 7,2-24kV; 63A | Soclu tripolar cu descărcătoare 24 kV | Tablouri electrice | Cabluri și accesorii cabluri electrice, descărcători și izolatori siliconici | Protecții digitale SEL | Soft de proiectare, analiză și exploatare - EDSA | Contoare de energie electrică | Echipamente de contorizare gaz metan | Sisteme de teleconducere, telegestiune și dispecerizare | Aparatură de iluminat exterior | Aparatură de iluminat interior | Întrerupătoare de medie tensiune în vid | Contactoare de joasă tensiune în vid | Reanclșatoare de 24 kV | Retrofit celule medie tensiune | Furnizare de energie electrică și gaz metan

Toate aceste mecanisme asigură practic semnalizările necesare atunci când volumul semnalelor solicitate este mai mare decât numărul de contacte de ieșire din terminalele de protecție, chiar dacă se introduce o întârziere de cca. 1-2 secunde în traseul semnalului (foarte multe dintre semnalele necesare pot suferi astfel de întârzieri).

Flexibilitatea unei astfel de soluții permite construirea practic nelimitată a volumului de semnale necesare a fi extrase din terminalele numerice de protecție SEL, chiar dacă numărul contactelor de ieșire al acestora este insuficient.

Practic, un procesor de comunicație SEL-2030 este prevăzut cu 16 porturi seriale pe care pot fi conectate terminale SEL - în cazul unui singur bloc generator-transformator, protecțiile propriu-zise (două SEL-300G și două SEL-387) vor ocupa doar 4 porturi seriale ale procesorului de comunicații. Considerând util a se păstra cel puțin un port serial pentru integrarea în SCADA prin SEL-2030 (cu protocol Modbus și/sau DNP) și încă un port serial pentru parametrizare de la distanță și extragere evenimente sau jurnale de evenimente, rezultă că mai rămân în cazul unui singur bloc generator-transformator încă 10 porturi seriale pe care pot fi conectate procesoare de I/E SEL-2410. Pentru o comparație, în aplicația implementată de EnergoBit s-au folosit doar două procesoare de I/E SEL-2410, care au fost suficiente pentru a asigura toate semnalizările necesare.

În plus, configurațiile hardware cu SEL-2030 permit cascadata acestora pentru aplicații mult mai complexe - spre exemplu pentru mai multe blocuri generator-transformator.

Interfațarea sistemului de protecție SEL pentru blocuri generator-transformator cu sistemele SCADA

Integrarea sistemelor de protecții SEL pentru blocuri generator-transformator cu diversele tipuri de sisteme SCADA se bazează de regulă tot pe configurații hard care utilizează procesoare de comunicații din familia SEL-2030 sau SEL-2032, cascade sau nu. Trebuie menționat că din cele 16 porturi seriale RS-232 aflate pe partea din spate a procesoarelor de comunicații SEL-2030, 3 porturi suportă protocolul de comunicație Modbus RTU și 1 port suportă protocolul de comunicații DNP 3.



Procesor de comunicații de tip SEL-2030

Procesoarele de comunicații SEL pot colecta cu anumite limite informații și din alte echipamente inteligente (de regulă care au un set de comenzi la care transmit un răspuns) și suportă și atașarea unui modul special Ethernet (cu opțiuni de conectare pe fibră optică în rețele de 10 sau 100 Mbps sau conectare metalică STP) care oferă în plus suport pentru protocoale de comunicație UCA 2.0 / IEC 61850 sau DNP 3 peste TCP/IP.

În prezent, o alternativă mai nouă de integrare a protecțiilor SEL se bazează pe echipamente de tip „protocol gateway” sau „intelligent server” cum ar fi SEL-3301, respectiv SEL-3332, care poate fi prevăzut cu 8 sau 16 porturi seriale de comunicație, pe care pot fi configurate comunicații prin diverse protocoale master și slave: DNP3, IEC 60870-5-101, Modbus, SEL Fast Meter/Fast Operate, etc. În cazul serverului inteligent SEL-3332 sunt emulate și funcționalitățile specifice lui SEL-2030/2032 (comunicația simultană ASCII și binară pe porturile pe care sunt conectate terminale SEL) care permit conexiunea transparentă prin intermediul lui SEL-3332 la oricare terminal SEL conectat cu acesta.

Cea mai avansată metodă de integrare în sisteme SCADA se bazează însă pe echipamentele din familia SEL-3351, numite și „System Computing Platform”, care beneficiază de toate avantajele unui sistem de operare Windows XP Profesional, dar este inclus într-o platformă hard care este construită similar cu relele numerice de protecție și asigură valori de MTBF comparabile (de ordinul a

200 de ani). SEL-3351 poate fi și el dotat cu 8 sau 16 porturi seriale de comunicație, cu porturi Ethernet și USB, la care pot fi conectate direct tastaturi și echipamente de tip touchscreen.

Platforma de calcul SEL-3351 permite instalarea aplicațiilor soft specifice de conversie de protocoale și de emulare a platformelor SEL-2030/203, dar și a altor aplicații third-party de tip SCADA sau micro-SCADA, precum și a oricăror aplicații software necesare.

Soluția SEL pentru integrarea protecțiilor SEL în sisteme de tip SCADA este completă și poate face față prin flexibilitatea oferită de noile platforme de calcul SEL-3351 aproape oricăror cerințe specifice ce pot apărea în viitor.

Concluzii

Experiența acumulată în ultimii ani de EnergoBit ca parteneri de „engineering” și completitudinea soluțiilor existente la producătorul nord-american SEL, recomandă sistemele de protecție pentru blocuri generator-transformator bazate pe terminalele numerice de protecție și comandă-control SEL pentru modernizarea multor instalații de circuite secundare ale blocurilor de acest tip din țara noastră.

Avem speranța că într-un viitor nu foarte îndepărtat, cât mai multe instalații de acest tip vor fi modernizate cu echipamente moderne de tip SEL sau de la alți producători renumiți, asigurând trecerea sistemelor de protecție a blocurilor-generator transformator ale centralelor din țara noastră în era tehnologiei informațiilor și a comunicațiilor, păstrând totodată siguranța, securitatea, rapiditatea în operare și fiabilitatea necesar a fi asigurate de către astfel de sisteme. ■