

# Utilizarea interfetelor LabView pentru generarea formelor de unda si a fisierelor specifice incercarii aparatelor electrice de comutatie

**Marinel Popescu**

Institutul National de Cercetare\_Dezvoltare si  
Incerari pentru Electrotehnica, ICMET

Bd. Decebal, 118A, Craiova  
marinel\_popescu@yahoo.com

**Constantin Iancu**

Institutul National de Cercetare\_Dezvoltare si  
Incerari pentru Electrotehnica, ICMET

Bd. Decebal, 118A, Craiova  
lmp@icmet.ro

## REZUMAT

Lucrarea prezinta cateva aspecte ale activitatii desfasurate in laborator pentru incercari de natura electrica efectuate aparatelor de comutatie si echipamentelor electrotehnice. Sunt evidentiata elementele principale ale montajelor realizate pentru efectuarea testelor, marimile fizice masurate si inregistrate si traductoarele utilizate.

Mijloacele de incercare, masurare si inregistrare nu sunt totdeauna accesibile celor interesati de analiza evolutiei marimilor fizice masurate pe durata desfasurarii proceselor de comutatie ale aparatelor electrice de mare putere. In timpul testelor de verificare a aparatelor electrice se folosesc tensiuni si curenti cu valori mari (adesea kV, kA). Acestea marimi fizice sunt generate si transformate cu ajutorul unor echipamente energetice speciale: generatoare sincrone de putere, transformatoare de soc, etc. In timpul efectuării testelor tensiunile si curentii evolueaza in regim tranzitoriu si sunt inregistrate cu echipamente speciale numite “inregistratoare de fenomene tranzitorii” care contin resursele hardware si software necesare achizitiei si analizei semnalelor de masurare asociate acestor marimi.

Mijloacele tehnice mentionate mai sus fac parte din dotarea laboratoarelor de incercari si sunt utilizate de operatori cu grad inalt de specializare.

Lucrarea se adreseaza studentilor facultatilor cu profil electric si are ca scop sa ofere punctul de plecare si suportul necesar pentru dezvoltarea de mijloace de autoinstruire specifice studiului regimurilor dinamice ale aparatelor electrice.

Pentru aceasta, in lucrare sunt prezentate cateva interfete simple, realizate ca panouri de comanda, utilizate pentru sinteza si “inregistrarea” formelor de unda ale tensiunilor si curentilor intalnite in timpul solicitarilor termice si dinamice ale aparatelor electrice. Aceste interfete realizeaza functia de achizitie intalnita in cazul inregistratoarelor de fenomene tranzitorii.

Evolutia semnalelor de masurare generate de traductoarele de tensiune si de curent urmeaza sa fie salvata in fisiere de date care ulterior vor fi accesate pentru vizualizare si efectuare de masurari in regim grafic si pentru determinarea parametrilor formelor de unda respective: valori de soc, supracresteri, perioade, decrement logarithmic, valoare efectiva, etc. Aplicatia careia i se rezerva acest rol nu face obiectul acestei lucrari. Ea va realiza functiile de vizualizare si masurare in mod grafic,

intalnita in cazul sistemelor de achizitie si masurare multicanal, bazate pe structuri mainframe.

Totodata, lucrarea poate servi ca model pentru generarea unor forme de unda destinate intocmirii testelor pentru verificarea cunostintelor despre identificarea si raspunsul sistemelor la semnale de intrare standard.

Lucrarea poate constitui baza dezvoltarii unor aplicatii mai complexe, utile in activitatea de proiectare a sistemelor tehnice, cand este necesara analiza comportarii sistemelor in regim tranzitoriu si a influentei modificarii unor parametri asupra evolutiei sistemului analizat.

Scopul final al lucrarii este acela de a prezenta cititorului un mod simplu de generare interactiva a fisierelor de date pentru o alta aplicatie in cadrul careia urmeaza sa fie accesate pentru vizualizarea evolutiei marimilor inregistrate si analiza parametrilor de regim tranzitoriu.

Lucrarea realizeaza o conexiune intre o activitate tehnica, reala, importanta, desfasurata in conditii de laborator si un posibil set de instrumente virtuale capabile sa reproduca aspecte ale activitatii reale cu mijloace reduse si cu costuri minime. Pentru dezvoltarea aplicatiilor a fost adoptat limbajul grafic (LabView) care ofera mijloacele necesare implementarii rapide a modelelor de analiza. Structurile diagramelor-bloc sunt relativ simple si usor de realizat, de urmarit, de analizat si de inteles si au ca baza experienta autorilor.

## Cuvinte cheie

Aparate de comutatie, regim tranzitoriu, interfata interactiva, sinteza semnale, generare fisiere.

## Clasificare ACM

1.6. Simulation and modeling.

## INTRODUCERE

Verificarea functionarii aparatelor electrice de comutatie in conformitate cu prevederile standardelor de specialitate si cu cele ale documentatiei tehnice a producatorului se realizeaza prin efectuarea unor teste in laboratoare de incercari. Sunt supuse verificarii exemplare ale produselor noi sau ale celor modernizate.

Incerarile pot avea ca scop verificarea unor caracteristici tehnico-functionale de natura electrica, mecanica, climatica, fizico-chimica, etc. In cadrul lucrarii se face referire la incercarile de natura electrica la care sunt supuse aparatele electrice de comutatie destinate integrarii

in circuite si echipamente electrotehnice si electroenergetice.

In general, rolul aparatelor electrice este acela de a inchide sau deschide cai de conductie a curentului in circuite electrice in prezenta sau in absenta tensiunii. Comutatia se poate realiza in conditii normale de functionare cand curentul si tensiunea in circuitele respective nu depasesc valorile nominale ale aparatului sau se poate realiza in conditii de "avarie" cand tensiunea sau curentul pot depasi cu mult valorile nominale.

Producerea comutatiei in conditii de "avarie" sau de defect intern poate sa conduca la aparitia:

- ▶ unor supratensiuni care pot puna in pericol izolatia intre caile de curent aflate la potentiale diferite sau pot ingreuna intreruperea arcului electric si refacerea rigiditatii dielectrice a mediului in zona separarii contactelor;

- ▶ unor supracurenti care pot crea, intre cai conductoare paralele, forte electrodinamice ce pot produce deformarea conductoarelor, deteriorarea sau distrugerea suportilor electroizolanti ai acestor cai, deteriorarea sau distrugerea imbinarilor mecanice ale cailor respective;

- ▶ unor supracurenti care pot produce pierderi de energie prin efect Joule-Lenz, si care in zonele cu rezistenta electrica mare (imbinari mecanice, suduri, sectiuni reduse ale conductoarelor, zona contactelor) pot sa produca incalziri excesive ale cailor de curent, perlaarea sau oxidarea contactelor, topirea metalului sau intreruperea cailor de curent.

O parte din aparate trebuie sa aiba capacitatea de a intrerupe astfel de curenti in locul in care sunt montate si de a asigura protectia circuitelor electrice in care sunt integrate. Verificarea capacitatii de rupere se face la valoarea curentului de scurtcircuit aplicat pentru 0,05...0,1 s. De asemenea, aparatele trebuie sa fie stabile din punct de vedere dinamic la actiunea curentilor de scurtcircuit, adica trebuie sa aiba capacitatea de a suporta curentul maxim de soc pentru un interval de timp precizat (1...3 s) fara a fi afectata rezistenta mecanica a acestora. In mod asemanator, aparatele trebuie sa aiba stabilitate termica la actiunea curentilor de scurtcircuit, adica incalzirea elementelor aparatelor in prezenta curentilor de scurtcircuit pentru un interval de 1 s sa nu depaseasca limitele maxim admise [1], [2], [3].

Incarcarile in conditii de laborator reproduc coditiile reale si solicitarile ce pot sa apara in functionarea aparatului si au rolul de a evidenta capacitatea aparatului de a face fata acestor solicitari.

In functie de tipul aparatului sau echipamentului testat, de tipul verificarii si de solicitarile producatorului se pot realiza diverse montaje care asigura alimentarea aparatului mono, bi sau trifazat. In figura de mai jos se prezinta o schema de test pentru verificarea unui aparat de comutatie (ACT) alimentat trifazat. Montajul contine:

- ▶ o sursa de alimentare cu energie (grup motor-generator sincron trifazat, retea electrica);

- ▶ un intreruptor electric (I) folosit pentru deconectarea sursei de energie de la montaj la sfarsitul testului;

- ▶ un scurtcircuit (SC) pentru conectarea sursei la montaj in momentul inceperii testului;

- ▶ bobine (L) pentru limitarea curentului de incercare la valoarea necesara efectuarii testului;

- ▶ transformator de separare si adaptare a curentului sau tensiunii (Tr) la nivelul impus de efectuarea testului;

- ▶ impedanta (Z) alimentata de la sursa prin aparatul de comutatie testat (ACT);

- ▶ traductoare pentru masurarea marimilor de interes: curenti (cu valori de ordinul x1kA, x10 kA, pentru care se folosesc ca traductoare sunturile S1...S3 sau transformatoare de masurare pentru curent, traductoare Rogowski) sau tensiuni (cu valori x100 V...x10 kV, pentru care se folosesc ca traductoare divizoarele de tensiune D1...D3 sau transformatoare de masurare pentru tensiune).

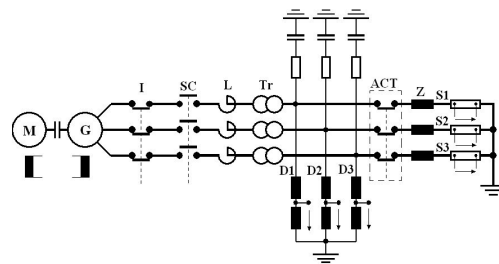


Figura 1. Exemplu de schema de test utilizata la realizarea montajului pentru efectuarea incercarii.

Pe durata efectuarii testului semnalele de masurare generate de aceste traductoare sunt achizitionate de un sistem pentru inregistrarea proceselor tranzitorii iar formele de unda, care reflecta evolutia lor pe durata testului, sunt expuse pe suprafata unui display. Aici, prin metode grafice, se pot face masurari si determinari ale unor parametri specifici: valoare de soc, amplitudine, valoare efectiva, viteza de crestere, timp de crestere, durata regimului tranzitoriu, durata intarzierilor la inchiderea sau la deschiderea contactelor aparatului, etc.

Operatorul din sala de comanda a laboratorului are posibilitatea de a selecta momentul initial, al conectarii montajului la sursa (inchiderea SC), momentul final, al deconectarii montajului de la sursa (deschiderea I) si durata totala a testului cu ajutorul unui echipament electronic numit adesea "programator al secventelor de comanda". De asemenea, operatorul poate modifica atat faza initiala cat si amplitudinea tensiunii de alimentare folosita pentru incercare folosind potentiometrele programatorului si cele ale circuitului de reglare a curentului de excitatie al generatorului sincron folosit ca sursa de alimentare cu energie [4].

In fig.2. este prezentat un exemplu de inregistrare obtinuta cu un sistem de achizitie profesional utilizat pe durata unui test de verificare a stabilitatii dinamice a unui aparat de comutatie trifazat.

"Inregistrari" asemanatoare pot fi obtinute cu ajutorul generatoarelor de forma de unda virtuale a caror utilizare reproduce succesiunea etapelor parcurse in timpul testelor din laborator.

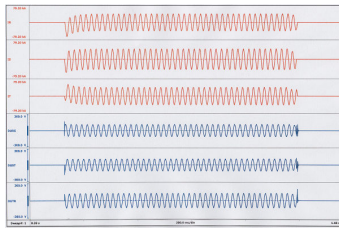


Figura 2. Inregistrarea formelor de unda ale semnalelor de masurare pe durata incercarii.

Se prezinta in continuare cateva exemple de interfete ale generatoarelor de forma de unda specifice incercarilor din laboratoarele de mare putere.

## GENERAREA FORMELOR DE UNDA SI A FISIERELOR DE DATE

### Cazul scurtcircuitului monofazat

Interfata creata pentru generarea formelor de unda ale marimilor achizitionate este realizata cu ajutorul elementelor de control oferite de mediul grafic LabView [5]. Interfata este organizata ca un panou de comanda si vizualizare, este populata cu controale tip "slide", "knob" si indicatoare tip "numeric indicator" si "waveform graph".

La efectuarea incercarii de scurtcircuit monofazat este utilizata tensiunea creata de o singura faza a generatorului care este aplicata unui aparat monofazat sau unui singur pol al unui aparat trifazat. Tensiunea se aplica in intervalul de timp scurs intre momentul inchiderii scurtcircuitului SC si cel deschiderii intreruptorului I. In cadrul interfetei din fig.3. aceste momente pot fi alese folosind controale de tip "slide" plasate in zona programatorului secventelor de comanda.

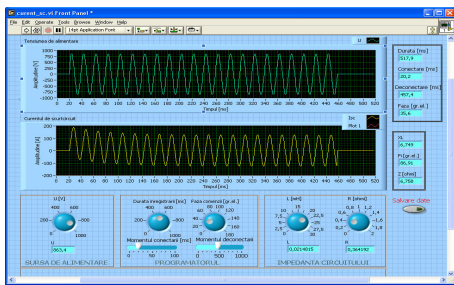


Figura 3. Interfata pentru generarea formelor de unda in cazul scurtcircuitului monofazat

Acesta este un ansamblu de module electronice care asigura sincronizarea comenzilor aparatelor de conectare si deconectare (SC, I) cu momentele trecerii prin zero ale tensiunii generatorului, aleasa ca semnal de referinta. Folosind programatorul, operatorul poate selecta momentul conectarii, cel al deconectarii, durata testului si faza initiala a tensiunii in momentul conectarii.

In zona elementelor care formeaza impedanta circuitului de test sunt plasate doua controale de intrare tip "knob" care ofera utilizatorului posibilitatea de a prescrie valorile inductivitatii si rezistentei echivalente ale circuitului. Simultan cu modificarea pozitiei acestor controale are loc actualizarea continutului celor doua display-uri care preiau

functia de afisare pentru vizualizare oferita, in cazul real, de sistemul de achizitie. In partea dreapta a interfetei sunt fixate indicatoare numerice pentru parametrii specifici acestei structuri.

In figura de mai jos este prezentata diagrama-bloc asociata interfetei din fig.3 si este evidentiat modul in care sunt sintetizate functiile mentionate in partea descriptiva a paragrafului.

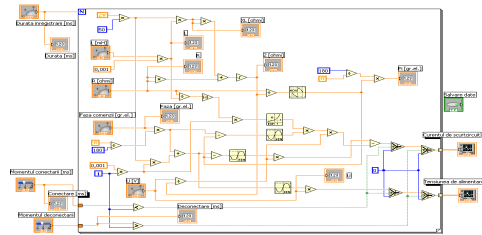


Figura 4. Diagrama-bloc pentru cazul scurtcircuitului monofazat

### Cazul scurtcircuitului trifazat

La efectuarea incercarii de scurtcircuit trifazat sunt utilizate toate cele trei tensiuni create la borne de generatorul sincron folosit ca sursa de alimentare cu energie. Pentru indicarea valorii tensiunii utilizata pentru efectuarea testului a fost introdus un indicator tip "gauge" (fig.5.)

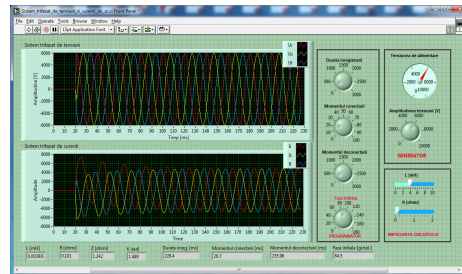


Figura 5. Interfata pentru generarea formelor de unda in cazul scurtcircuitului trifazat

Elementele interfetei raman aceleasi, doar dispunerea lor in planul panoului de comanda si vizualizare a fost modificata: partea stanga a fost rezervata functiei de vizualizare (contine indicatoarele), in timp ce partea dreapta contine elementele de intrare (controalele) pentru realizarea functiei de comanda. Zona de vizualizare este mai densa datorita faptului ca pe suprafata unui "waveform graph" sunt reprezentate trei forme de unda. Actionarea unui element din zona de control are efect instantaneu asupra tuturor formelor de unda din zona de vizualizare.

Acest fapt permite utilizatorului sa observe efectul produs de modificarea parametrilor elementelor de circuit si de modificarea fazei initiale, la momentul conectarii, asupra evolutiei formelor de unda: modificarea valorii de soc a curentului, modificarea valorii si duratei componentei aperiodice, modificarea fazei sistemului trifazat in cadrul careia au loc aceste transformari. Figura 6 prezinta diagrama-bloc asociata interfetei.

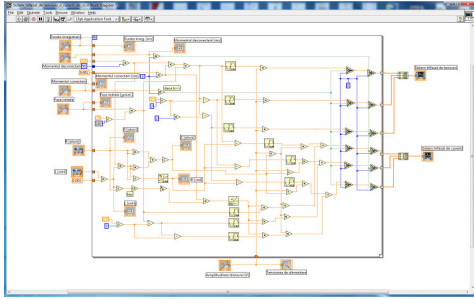


Figura 6. Diagrama-bloc asociata interfetei pentru generarea formelor de unda in cazul scurtcircuitului trifazat

### Cazul tensiunii tranzitorii la comutarea in curent continuu

Atunci cand aparatele de comutatie intrerup curenti de scurtcircuit apar regimuri tranzitorii ale tensiunii in care peste tensiunea cu frecventa industriala se suprapune o tensiune tranzitorie cu frecventa ridicata. Din superpozitia celor doua componente pot rezulta supratensiuni cu efecte nedorite asupra functionarii circuitelor si echipamentelor. Cunoasterea evolutiei componentei tranzitorii se poate realiza prin analiza raspunsului la semnal treapta a circuitului echivalent al montajului de test. Interfata din fig.7. ofera elementele necesare generarii componentei tranzitorii cu scopul determinarii parametrilor specifici: timpul de intarziere, timpul de crestere, panta de crestere, supracresterea, durata regimului tranzitoriu, frecventa proprie de oscilatie, decrementul logaritmic, etc.

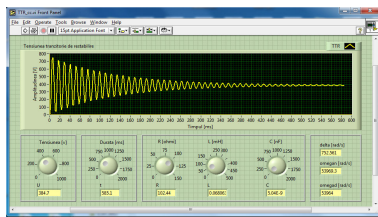


Figura 7. Interfata pentru generarea formei de unda a tensiunii tranzitorii de restabilire (t.t.r.) la comutarea in curent continuu (c.c.)

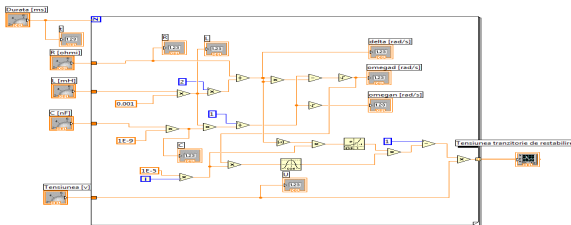


Figura 8. Diagrama-bloc asociata interfetei pentru generarea formei de unda a t.t.r. la deconectarea in c.a.

### Cazul tensiunii tranzitorii la comutarea in curent alternativ

Intreruperea curentului ce strabate o cale de conductie poate fi insotita de aparitia superpozitiei intre unda cu frecventa industriala si unda tranzitorie cu frecventa ridicata. Cunoasterea parametrilor undei rezultante este utila pentru aprecierea capacitatii de comutatie a aparatului.

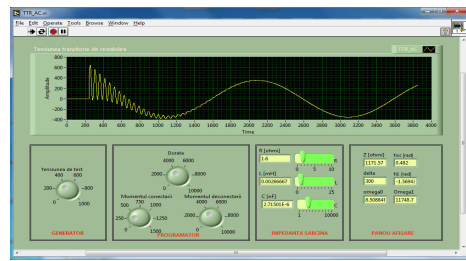


Figura 9. Interfata pentru generarea formei de unda a (t.t.r.) la comutarea in curent alternativ (c.a.)

## CONCLUZII

Lucrarea pune la dispozitia cititorului mijloace virtuale de modelare a unor fenomene reale intalnite in practica, in laboratoarele de incercarea a aparatelor electrice de comutatie. Este prezentata o metoda simpla si eficienta de generare a formelor de unda care reflecta evolutia marimilor fizice masurate, inregistrate si vizualizate in timpul testelor. Sunt utilizate elemente ale limbajului grafic (LabView) care faciliteaza dezvoltarea diagramelor-bloc si intelegerea modelului prezentat.

Disponerea controalelor si indicatoarelor pe panoul de comanda respecta topologia schemei electrice cu caracter general prezentata in capitolul introductiv, astfel incat identificarea elementelor si a functiilor realizate sa se faca rapid. Sunt prezentate numai elementele de baza pentru a usura intelegerea procesului de efectuarea testelor si pentru a evidentia influenta modificarii elementelor din schema de test (instalatia tehnologica) asupra evolutiei marimilor analizate. Faptul ca aceasta influenta se manifesta si poate fi observata instantaneu da aplicatiei un caracter "interactiv".

Avand la dispozitie atat panourile frontale cat si diagramele-bloc (sursele) pentru cazurile prezentate, cititorul initiat poate verifica, dezvolta si diversifica gama aplicatiilor si poate sesiza avantajele oferite de optiunile privind alegerea duratei inregistrarii, a momentelor conectarii si deconectarii.

Pentru forma de unda sintetizata, datele prezente la intrarea in "waveform graph" sunt salvate in fisiere de tip "spreadsheet". Ulterior, de aici vor fi preluate de o alta aplicatie care are ca scop prezentarea metodelor si dezvoltarea aptitudinilor de masurare a marimilor fizice in regim grafic.

## REFERINTE

1. G. Hortopan- Aparate electrice. Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1967.
2. \*\*\* IEC 62271-103 High-voltage switchgear and controlgear. Part 103. Switches for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV.
3. \*\*\* Schneider Electric-Cahier technique no. 154. LV circuit-breaker breaking techniques. <http://www2.schneider-electric.com/.../ect154.pdf>
4. Mircea Gogu- Masini electrice. Cours. Capitolul VI [http://www.mircea\\_gogu.ro/html/masini\\_electrice\\_cup\\_rins.html](http://www.mircea_gogu.ro/html/masini_electrice_cup_rins.html), capitolul\_VI.pdf
5. Malan Shiralkar-LabVIEW Graphical Programming Course.<http://cnx.org/content/col10241/1.4/>