

APLICAȚII ALE SERIEI DE STANDARDE CEI 61000 LA ETALONAREA DISPOZITIVELOR DE MĂSURARE A PUTERII ELECTRICE ÎN REGIM NESINUSOIDAL

*Ioana-Izabela ODOR**

Rezumat: *Articolul își propune o prezentare generală a problemei calității energiei electrice și a importanței cunoașterii și aplicării cerințelor tehnice din seria de standarde CEI 61000, pentru activitatea de etalonare a dispozitivelor de măsurare a puterii electrice în regim nesinusoidal.*

Abstract: *The paper deals with a general presentation of the issue regarding the electrical power quality and the importance of the acknowledgement and application of the requirements from the IEC 61000 series of international norms, in the activity about the calibration of the measuring instruments of electrical power under non-sinusoidal conditions.*

Cuvinte cheie: *calitatea energiei electrice, algoritm de agregare, metoda de clasa A*

Key words : *power quality, measurement aggregation, Class A method*

1 Introducere

Energia electrică este probabil cea mai importantă materie primă utilizată astăzi în comerț și industrie. Este un produs cu un caracter deosebit deoarece trebuie să constituie un flux continuu –nu poate fi stocat în cantități mari și nu poate face subiectul unui control al calității înainte de a fi utilizat. Este – de fapt – rezumatul filozofiei “exact la timp” în care componentele sunt livrate unei linii de producție în punctul și la momentul în care se utilizează, de către un furnizor verificat și aprobat, fără cerințe de verificare a calității. Pentru ca principiul “just in time” (JIT) să aibă succes este necesar să existe un control bun al specificației componentelor, o încredere absolută că furnizorul poate produce și furniza acest produs la timp, cunoașterea comportării generale a produsului și a limitelor sale.

Având în vedere impactul economic pe care energia electrică îl poate avea asupra diferitelor domenii de activitate umană, sunt necesare metode de evaluarea a calității acestui produs vehiculat în sistemul electric, între producători, transportatori, furnizori și consumatori.

Fenomenele din sistemele energetice de distribuție și/sau de transport au un caracter imprevizibil. În consecință, problemele legate de calitatea energiei electrice, în cadrul rețelei de transport și distribuție prezintă aspecte specifice legate de suprapunerea aleatorie a perturbațiilor, ceea ce implică o abordare statistică, pe baza unui număr de date, pentru caracterizarea unui nod din rețeaua electrică.

Conectarea sistemului energetic al României la sistemul energetic european nu poate fi realizată fără îndeplinirea cerințelor privind calitatea energiei electrice, acceptate pe plan internațional. Aceste cerințe trebuie să fie cunoscute, însușite ca normative ale rețelei de transport din România și este necesară monitorizarea îndeplinirii lor în toate nodurile rețelei electrice de transport.

Prin actualele reglementări din România, operatorul de transport și operatorul de distribuție au obligația de a urmări respectarea parametrilor de calitate în propriile rețele.

O alimentare perfectă cu energie electrică este aceea care este întotdeauna disponibilă, întotdeauna cu tensiunea și frecvența în limitele admisibile și cu o curbă de tensiune perfect sinusoidală, fără „zgomote” (abateri). Nivelul exact al abaterilor, care pot fi admise de la alimentarea perfectă, depinde de aplicația utilizatorului, de tipul de echipament instalat și de percepția sa asupra condițiilor necesare. Astfel, există reglementări internaționale și naționale care stabilesc limitele admise ale abaterilor, cum ar fi seria de standarde EN IEC 61000-x-xx[1], SR EN 50160[2], precum și standardele de performanță, emise de Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei (ANRE) pentru serviciile de furnizare a energiei electrice la tarife reglementate[3], pentru serviciile de transport și de sistem ale energiei electrice[4], respectiv pentru serviciul de distribuție a energiei electrice[5].

Standardele internaționale din seria IEC 61000 au fost elaborate de Comitetul Tehnic 77 (Compatibilitate Electromagnetica) și sunt axate pe următoarele problematice :

- descrierea și caracterizarea fenomenelor,
- sursele importante ale problemelor de calitate a energiei electrice,
- impactul asupra altor echipamente și asupra sistemului electric,
- descrierea matematică a fenomenelor prin utilizarea indicilor sau analiza statistică pentru furnizarea evaluării cantitative a importanței acesteia,
- tehnici de măsurare și îndrumătoare (ghiduri)? = guidelines ?,
- limite de emisii pentru diferite tipuri și clase de echipamente,
- nivelul admis de imunitate a diferitelor tipuri de echipament,
- metode de încercare și proceduri pentru conformitate cu limitele,
- ghiduri de măsurare.

„Defectele” alimentării cu energie electrică – abaterile de la perfecțiune – se încadrează în cinci categorii:

- distorsiune armonică,
- întreruperi (totale),
- tensiune sub sau peste valorile admisibile,
- goluri și variații,
- fenomene tranzitorii .

Fiecare dintre aceste probleme ale calității energiei electrice are o altă cauză. Unele probleme sunt rezultatul partiționării infrastructurii. De exemplu, un incident în rețea poate conduce la un gol care să aibă un efect asupra unor consumatori, iar un incident la un nivel mai ridicat poate afecta un număr mare de consumatori. Un incident în instalațiile unui consumator poate să conducă la un fenomen tranzitoriu care afectează toți ceilalți consumatori conectați în același subsistem. Alte probleme, ca armonicile, apar din instalațiile proprii ale consumatorului și se pot propaga sau nu în rețea și astfel să afecteze și alți consumatori. Problemele legate de armonici pot fi eliminate printr-o combinație a unei bune concepții a instalației și prevederea unor echipamente de limitare adecvate.

Importanța efectuării unor măsurări exacte ale mărimilor electrice alternative – tensiune și curent – precum și ale puterii și energiei electrice în curent alternativ a crescut foarte mult într-o perioadă relativ scurtă de timp. Numărul și diversitatea tot mai mare a furnizorilor, a distribuitorilor și a consumatorilor de energie electrică în sistem implică efectuarea unei game foarte diverse de măsurări, cu o exactitate din ce în ce mai mare.

Totodată, condițiile de mediu în care sunt efectuate măsurările devin din ce în ce mai dificile, cele mai multe măsurări fiind realizate în condiții foarte diferite de cele dintr-un laborator (temperatură, umiditate, condiții de poluare electromagnetică, curenți / tensiuni deformate, etc.). Distorsiunile armonice, fluctuațiile de tensiune, fazele dezechilibrate, semnalele injectate în rețeaua de alimentare conduc la apariția unui mediu nefavorabil pentru aparatura proiectată în principal să lucreze în condiții de laborator, mărimi stabile, regim sinusoidal.

Au fost definite noi mărimi care trebuie măsurate și au apărut noi instrumente în acest scop, pentru a permite caracterizarea completă și corectă a unei rețele electrice, precum și „calitatea” produsului livrat: tensiune electrică și energie electrică. Măsurările de armonici și de flicker au devenit la fel de obișnuite ca și cele pentru putere activă și factor de putere. Chiar determinări mai complexe, ca de exemplu inter-armonice, tind să devină de rutină.

Proliferarea aparaturii pentru măsurarea "calității" energiei electrice, sub cele mai diverse aspecte ale ei, a fost stimulată și de tendința de descentralizare a producerii, transportului și distribuției energiei electrice ("deregulation"), tendință care se manifestă în majoritatea țărilor dezvoltate, începând cu Statele Unite ale Americii. În aceste condiții, fiecare consumator trebuie să se "înarmeze" cu aparatură pentru controlul calității energiei care i se livrează și, astfel, să poată face față disputelor cu furnizorul de energie electrică. Deseori, aceste dispute trebuie arbitrate de factori competenți, care la rândul lor, trebuie să dispună de mijloacele experimentale capabile să pună în evidență parametrii caracteristici ai mărimilor electrice implicate. În sfârșit, furnizorii înșiși simt nevoia să se doteze cu aparatură performantă, pentru a face față cerințelor puse de clienți și a putea demonstra practic conformarea cu parametrii prescriși.

În ciuda acestor evoluții dramatice apărute în domeniul măsurărilor, progresul făcut în procesul de etalonare, verificare și testare a instrumentelor de măsurare nu a fost corespunzător. Instrumentele

destinate efectuării și documentării unor determinări de mare finețe și exactitate în rețele electrice având distorsiuni semnificative (regim deformant), dezechilibre, zgomot și tensiune fluctuantă au continuat să fie etalonate și testate în condiții de laborator, folosind semnale aplicate (tensiune și curent) de cele mai multe ori sinusoidale, pure și fără zgomot.

Printre toți acești factori perturbatori care afectează posibilitatea determinării exacte a mărimilor electrice în curent alternativ, regimul nesinusoidal ocupă un loc aparte, datorit faptului că acest regim este omniprezent, el practic nu poate fi evitat și existența lui trebuie acceptată cu toate consecințele inerente. Regimul sinusoidal (pur) în electroenergetică este aproape o ficțiune, el poate fi creat artificial în laborator, dar în rețelele de alimentare electrică el nu se întâlnește decât accidental. În secolul trecut s-a discutat foarte mult despre regimul nesinusoidal, inclusiv despre implicațiile lui în domeniul măsurărilor, dar în ultimele două-trei decenii problema a îmbrăcat aspecte noi, determinate de generalizarea unei noi generații de consumatori, cea bazată pe electronica de putere: redresoare comandate, convertoare electronice de putere, iluminat fluorescent, aparatură electrocasnică, alimentatoare diverse, calculatoare etc. Fiecare dintre aceste probleme ale calității energiei electrice are o altă cauză. Unele probleme sunt rezultatul partiționării infrastructurii. De exemplu, un incident în rețea poate conduce la un gol care să aibă un efect asupra unor consumatori, iar un incident la un nivel mai ridicat poate afecta un număr mare de consumatori. Un incident în instalațiile unui consumator poate să conducă la un fenomen tranzitoriu care afectează toți ceilalți consumatori conectați în același subsistem. Alte probleme, ca armonicile, apar din instalațiile proprii ale consumatorului și se pot propaga sau nu în rețea și, astfel, să afecteze și alți consumatori. Problemele legate de armonici pot fi eliminate printr-o combinație a unei bune concepții a instalației și prevederea unor echipamente de limitare adecvate.

În acest context, devine actuală din nou crearea de instrumente de măsurare adecvate regimului nesinusoidal, reconsiderarea celor existente și calificarea metrologică, în special a aparatului de mare exactitate, în primul rând a etaloanelor.

Pentru încercarea metrologică a instrumentelor, destinate măsurărilor în rețelele reale, în prezența tuturor factorilor perturbatori, au fost elaborate standarde, recomandări sau alte documente normative care definesc precis modul în care trebuie făcute anumite măsurări. Din păcate, există relativ puține soluții, și acelea incomplete, pentru modul în care să fie verificate aparatele, ca și, în general, etaloane, aparatură de etalonare / verificare, calibratoare etc. adecvate, care să implementeze întocmai prescripțiile normative. În plus, existența concomitentă a unor definiții diferite pentru aceleași mărimi – în special putere reactivă, putere aparentă și factor de putere – în regim nesinusoidal, face ca aceeași măsurare efectuată cu diverse instrumente să conducă la rezultate diferite.

2 Standarde internaționale și naționale

Toate aceste fenomene, ce reprezintă regimul deformant, sunt limitate de standarde internaționale, destinate stabilirii limitelor admisibile pentru perturbațiile ce pot apare la funcționarea diferitelor echipamente din rețeaua de energie electrică.

Documentele normative și reglementările referitoare la calitatea energiei electrice pot avea valabilitate la nivel mondial, european și național

Nivel	Standarde generale	Standarde in domeniul electric
Mondial	ISO Internațional Standard Organisation	CEI Commision Electrotechnique Internationale
European	CEN Comite Europeen de Normalisation	CENELEC Comite Europeen de Normalisation Electrotechnique
Național România	ASRO Asociația Română de Standardizare	ANRE, Electrica, Transelectrica, Termoelectrica, Hidroelectrică, Nuclearelectrică

În România, reglementările în vigoare privind calitatea energiei electrice sunt următoarele:

- SR EN 50160:2007 Caracteristici ale tensiunii în rețele electrice publice,
- Standard de performanță pentru serviciile de transport și de sistem ale energiei electrice - Ord. 17 /2007,

- Standard de performanță pentru serviciul de distribuție a energiei electrice - Ord. 28 /2007,
- Standard de performanță pentru serviciul de furnizare a energiei electrice la tarife reglementate - Dec.34 /1999,
- Codul Tehnic al Rețelelor Electrice de Transport – ANRE : 51.1.112.0.01.27 /08 /04,
- Codul Tehnic al Rețelelor Electrice de Distribuție – OUEM 63 / 28.12.1998,
- Normativ privind limitarea regimului nesimetric și deformant în rețelele electrice (PE 143 /2001),
- Normativ privind combaterea efectului de flicker în rețelele de distribuție (PE 142 /2001),
- Normativ privind stabilirea soluțiilor de alimentare cu energie electrică a consumatorilor industriali (PE 124 /1995),
- Standard de Stat pentru tensiuni nominale și abateri admisibile (SR CEI 38+A1/1997),
- Regulament pentru furnizarea și utilizarea energiei electrice RFUEE (PE 932 /93).

Elaborate la momente diferite, aceste documente normative nu au un cadru general unitar, fiind în curs de corelare cu standardele internaționale. Analiza comparativă cu reglementările din alte țări se face considerând direcțiile prezente, în principal, în publicațiile CEI și UNIPEDE. Constatările generale care se desprind, conduc la concluzia că multe din documentele normative existente încă în România trebuie adaptate la documentele normative internaționale prin specificarea nivelurilor de planificare, compatibilitate și imunitate pentru toate tipurile de perturbații.

În [6] este prezentat tabelul cu standardele din seria 61000, din care, cel mai important din punct de vedere al etalonării dispozitivelor de măsurare a mărimilor electrice în regim nesinusoidal îl reprezintă IEC 61000 – 4 -30 intitulat: Electromagnetic Compatibility (CEM): -Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement Methods.

Această publicație stabilește metodele de măsurare pentru parametrii de calitate ai energiei în sistemele energetice de alimentare de c. a. cu frecvența 50/60 Hz și de interpretare a rezultatelor. Acest standard se referă la metodele de măsurare pentru măsurări la fața locului (in situ).

Măsurarea de parametri conform acestui standard se limitează la acele procese care pot fi conduse într-un sistem energetic. Acestea includ parametrii de tensiune și/sau de curent, după caz.

Parametrii de calitate a energiei la care se referă acest standard sunt : frecvența energiei, amplitudinea tensiunii de alimentare, flicker, scăderi și creșteri ale tensiunii de alimentare, întreruperi de tensiune, tensiuni tranzitorii, dezechilibru al tensiunii de alimentare, armonici și interarmonici de tensiune și de curent, rețele de semnalizare pe tensiunea de alimentare și variații rapide de tensiune. În funcție de obiectivul măsurării, pot fi măsurate toate sau numai un grup de fenomene din listă.

3 Definiții utilizate în standardul EN IEC 61000-4-30

3.1 Canal

Traseu individual de măsurare printr-un instrument.

NOTĂ: „Canal” și „fază” nu au aceeași semnificație. Un canal de tensiune este prin definiție diferența de potențial între două conductoare. Faza se referă la un singur conductor. La un sistem polifazat, un canal poate fi între două faze sau între o fază și neutru sau între o fază și pământ.

3.2 Tensiune de intrare declarată, U_{din}

Valoarea obținută de la o tensiune de alimentare declarată, printr-un raport de traductor.

3.3 Tensiune de alimentare declarată, U_c

Tensiunea de alimentare declarată U_c este în mod normal tensiunea nominală U_n a sistemului. Dacă prin acord între furnizor și utilizator se aplică la terminal o tensiune diferită de cea nominală, atunci această tensiune este declarată tensiune de alimentare U_c .

3.4 Prag de scădere

Amplitudinea tensiunii specificată pentru a identifica începutul și sfârșitul unei scăderi de tensiune.

3.5 Dată marcată

Pentru orice interval de timp de măsurare în care apar întreruperi, scăderi sau creșteri de tensiune, rezultatele măsurării tuturor altor parametri, efectuate pe durata acestui interval de timp, sunt marcate.

NOTĂ : Pentru unele aplicații, această dată “marcată” poate fi exclusă de la o analiză ulterioară, de exemplu.

3.6 Flicker

Impresie de instabilitate a senzației vizuale, determinată de un stimul luminos a cărui luminanță sau distribuție spectrală variază în timp.

3.7 Componentă fundamentală

Componentă a cărei frecvență este frecvența fundamentală.

3.8 Frecvență fundamentală

Frecvență în spectrul obținut printr-o transformare Fourier a unei funcții de timp, la care se raportează toate frecvențele din spectru.

NOTĂ: În cazul oricărui risc de ambiguitate care rămâne, frecvența fundamentală ar trebui să rezulte din numărul de poli și viteza de rotație a generatorului (-toarelor) care alimentează sistemul.

3.9 Componentă armonică

Oricare dintre componentele care au o frecvență armonică

NOTĂ : Valoarea sa este exprimată în mod normal ca valoare efectivă. Pentru concizie, unei astfel de componente i se poate spune simplu, armonică

3.10 Frecvență armonică

Frecvență care este un multiplu întreg al frecvenței fundamentale.

NOTĂ : Raportul între frecvența armonică și frecvența fundamentală este ordinul armonic (notare recomandată : n).

3.11 Histerezis

Diferența în amplitudine între pragurile de început și de sfârșit.

NOTA 1 : Această definiție pentru histerezis este legată de parametrii de măsurare **PQ** (Power Quality) și este diferită de definiția din **VEI** (Vocabularul Electrotehnic Internațional) care este legată de saturația miezului de fier.

NOTA 2 : Obiectivul pentru histerezis în contextul măsurărilor **PQ** este de a evita să se ia în considerare multe incidente atunci când valoarea numerică a parametrilor oscilează în jurul nivelului de prag.

3.12 Mărime de influență

Orice mărime care poate afecta performanțele de lucru ale echipamentului de măsurare.

NOTĂ : Această mărime este în general exterioară echipamentului de măsurare.

3.13 Componentă interarmonică

Componentă care are o frecvență interarmonică.

NOTĂ : Valoarea sa este exprimată în mod normal ca valoare efectivă. Pentru concizie, unei astfel de componente i se poate spune simplu, interarmonică.

3.14 Frecvență interarmonică

Oricare frecvență care nu este un multiplu întreg al frecvenței fundamentale.

NOTA 1 : Prin extensie pornind de la ordinul armonic, ordinul interarmonic este raportul între o frecvență interarmonică și frecvența fundamentală. Acest raport nu este un număr întreg (notare recomandată : m).

NOTA 2: În cazul în care $m < 1$ poate fi utilizat termenul frecvență subarmonică.

3.15 Întrerupere

Reducere a tensiunii într-un punct din sistemul electric sub pragul de întrerupere.

3.16 Prag de întrerupere

Amplitudinea tensiunii specificată cu scopul de a detecta începutul și sfârșitul întreruperii.

3.17 Incertitudine de măsurare

Parametru, asociat cu rezultatul unei măsurări, care caracterizează dispersia valorilor ce ar putea fi atribuite în mod rezonabil echipamentului de măsurare.

3.18 Tensiune nominală U_n

Tensiune cu care un sistem este denumit sau identificat.

3.19 Abatere pozitivă

Diferență între valoarea măsurată și valoarea nominală a unui parametru, numai atunci când valoarea măsurată a parametrului este mai mare decât valoarea nominală.

3.20 Calitate a energiei

Caracteristici ale energiei într-un punct dat al unui sistem energetic, evaluate pe baza unui set de parametri tehnici de referință.

NOTĂ : În unele cazuri, acești parametri se pot pune în legătură (asocia) cu compatibilitatea între electricitatea furnizată pe o rețea și sarcinile conectate la acea rețea.

3.21 Valoare efectivă

Rădăcină pătrată din media aritmetică a pătratelor valorilor instantanee ale unei mărimi, luate într-un interval specificat de timp și o lărgime de bandă specificată.

3.22 Tensiune în valoare efectivă actualizată la fiecare semiperioadă, $U_{ms(1/2)}$

Tensiune în valoare efectivă măsurată pe durata unei perioade începând de la o trecere prin zero a fundamentalei și actualizată la fiecare semiperioadă

NOTA 1 : Această tehnică este independentă pentru fiecare canal și va produce valori efective la timpi succesivi pe canale diferite pentru sisteme polifazate.

NOTA 2 : Această valoare este utilizată numai pentru scăderi de tensiune, creșteri de tensiune și detectare de întrerupere.

3.23 Domeniu al mărimilor de influență

Interval de valori ale unei singure mărimi de influență.

3.24 Canal de referință

Unul dintre canalele de măsurare de tensiune desemnat drept canal de referință pentru măsurările polifazate.

3.25 Tensiune reziduală U_{res}

Valoare minimă a $U_{ms(1/2)}$ înregistrată în timpul unei scăderi de tensiune sau întreruperi.

NOTĂ Tensiunea reziduală se exprimă ca valoare în volți, sau ca procentaj sau per unitate din valoarea declarată a tensiunii de intrare.

3.26 Tensiune de alunecare de referință, U_{sr}

Amplitudinea medie a tensiunii în cursul unui interval de timp specificat, reprezentând tensiunea ce precede o scădere sau o creștere de tensiune.

NOTĂ : Tensiunea de alunecare este folosită pentru a determina variația de tensiune în timpul unei scăderi sau creșteri.

3.27 Prag de creștere

Amplitudine a tensiunii specificată pentru obiectivul detectării începutului și sfârșitului unei creșteri de tensiune.

3.28 Agregare de timp

Combinație de mai multe valori succesive ale unui parametru dat (determinate fiecare în intervale de timp identice) pentru a furniza o valoare pentru un interval mai lung de timp.

NOTĂ : În acest document, agregare se referă întotdeauna la agregarea de timp.

3.29 Abatere negativă

Valoarea absolută a diferenței între valoarea măsurată și valoarea nominală a unui parametru, numai atunci când valoarea parametrului este mai mică decât valoarea nominală.

3.30 Scădere a tensiunii

Micșorare temporară a tensiunii într-un punct al sistemului electric, sub un prag.

NOTA 1 : Întreruperile sunt un caz special de scădere a tensiunii. Post-procesarea poate fi folosită pentru a distinge între scăderi sau întreruperi de tensiune.

NOTA 2 : În unele regiuni din lume, unei scăderi de tensiune i se spune gol. Cei doi termeni sunt considerați interschimbabili; totuși, acest standard va folosi numai termenul scădere de tensiune.

3.31 Creștere a tensiunii

Mărire temporară a tensiunii într-un punct peste un prag, din sistemul electric.

3.32 Dezechilibru al tensiunii

Situație într-un sistem polifazat în care valorile efective ale tensiunilor de linie (componentă fundamentală), sau unghiurile de fază (defazajele) între tensiunile de linie consecutive, nu sunt egale.

NOTA 1 : Măsura instabilității este exprimată în mod uzual, ca raport între componentele de secvență negativă – și zero și componenta de secvență pozitivă.

NOTA 2 : În acest standard, dezechilibrul de tensiune este luat în considerație relativ la sistemul trifazat.

4 Clase de performanțe de măsurare

Conform standardului CEI 61000-4-30, pentru fiecare parametru măsurat, sunt definite trei clase de metode de măsurare : A, B, C.

Orice instrument poate măsura o parte sau toți parametri identificați în acest standard și poate folosi metode din diferite clase de performanță pentru diferiți parametri.

Producătorul de instrumente de măsurare trebuie să declare ce parametri sunt mășurați, care metodă de clasă este folosită pentru fiecare parametru, intervalul de valori U_{din} pentru care fiecare metodă de Clasă este satisfăcută și toate cerințele (-reguli, condiții) și accesoriile necesare (sincronizare, sonde, perioada de calibrare, domeniul de temperaturi etc) pentru a satisface fiecare clasă.

Pentru fiecare clasă, domeniul de factori de influență care trebuie să fie acceptat reprezintă o clauză specificată.

Trebuie menționat că, acolo unde sunt necesare măsurări precise, de exemplu, pentru aplicații contractuale care pot cere să se soluționeze dispute, să se verifice conformitatea cu standardele existente etc., trebuie să fie utilizate instrumente de măsurare realizate să măsoare în conformitate cu metoda de clasă A. În acest mod, este asigurată cerința ca oricare măsurări ale unui parametru efectuate cu două instrumente diferite, care sunt conforme cu cerințele clasei A, atunci când măsoară aceleași semnale, vor produce rezultate care corespund, în interiorul intervalului de incertitudine specificat.

4.1 Utilizatorii instrumentelor de măsurare a parametrilor PQ trebuie să aleagă clasa de metodă de măsurare pe care o solicită, pe baza aplicațiilor lor.

NOTĂ : Producătorul de instrumente ar trebui să declare mărimile de influență care nu sunt prezentate explicit și care pot degrada performanțele instrumentului

4.2 Organizarea măsurărilor

Mărimea electrică ce urmează a fi măsurată poate să fie direct accesibilă, așa cum este cazul, în general, în sistemele de joasă tensiune, sau poate să fie accesibilă prin transductoare de măsurare. Lanțul complet de măsurare este prezentat în Figura 1.

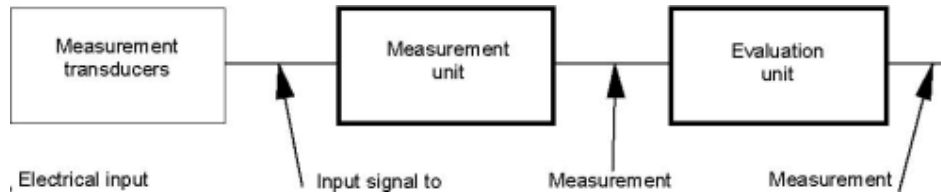


Fig. 1 Lanț complet de măsurare a unei mărimi electrice

4.3 Valori electrice de măsurat

Măsurările pot fi efectuate pe sisteme de alimentare monofazate sau polifazate. În funcție de context, ar fi necesar să se măsoare tensiuni între conductoarele de fază și neutru (linie-neutru) sau între conductoarele de fază (linie-linie) sau între neutru și pământ. Nu este obiectivul acestui standard să impună alegerea valorilor electrice de măsurat. Mai mult decât atât, cu excepția măsurării de dezechilibru de tensiune, care este intrinsec polifazată, metodele de măsurare specificate în acest document sunt astfel încât pot fi produse rezultate independente pe fiecare canal de măsurare.

Măsurările de curent pot fi duse la bun sfârșit pe fiecare conductor al sistemelor de alimentare, inclusiv conductorul de neutru și conductorul de pământ de protecție.

NOTĂ: Adesea este util să se măsoare curent simultan cu tensiune și să se asocieze măsurările de curent într-un conductor cu măsurări de tensiune între acel conductor și un conductor de referință, cum ar fi un conductor de pământ sau un conductor de neutru.

4.4 Agregare de măsurare în intervale de timp

- Metodă de clasa A

Intervale de timp: Intervalul de timp de măsurare de bază pentru amplitudini ale parametrilor (tensiune de alimentare, armonici, interarmonici și dezechilibru) trebuie să fie un interval de timp de 10 perioade pentru un sistem energetic de frecvență de 50 Hz sau un interval de timp de 12 perioade pentru un sistem energetic de frecvență de 60 Hz.

NOTĂ: Incertitudinea acestor măsurări este inclusă în incertitudinea protocolului de măsurare a fiecărui parametru.

Agregare: intervalele de timp de măsurare sunt agregate în cursul a 3 intervale de timp diferite.

Intervalele de timp de agregare sunt:

- interval de 150/180 perioade (150 perioade pentru $f = 50$ Hz sau 180 perioade pentru $f = 60$ Hz),
- interval de 10 min,
- interval de 2 h.

În figura 2 este prezentată schema de principiu pentru sincronizarea intervalelor de agregare

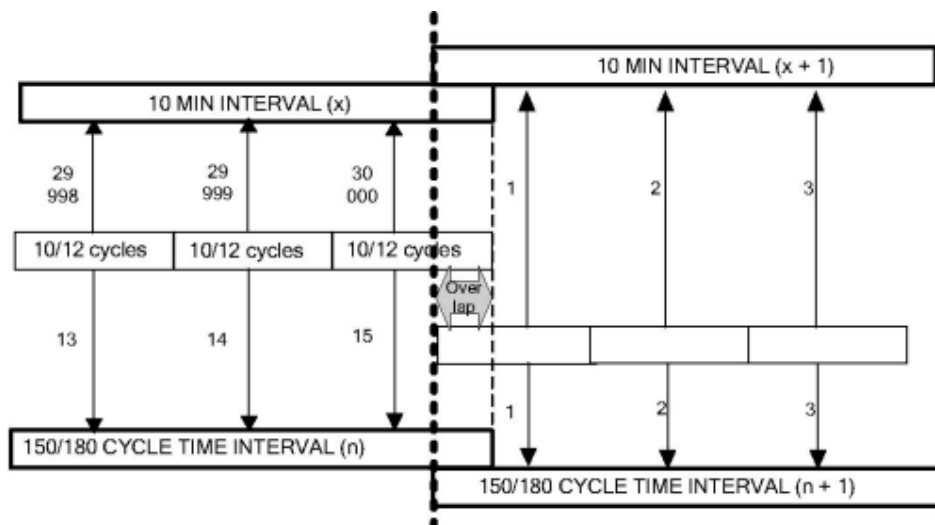


Figura 2 – Sincronizarea intervalelor de agregare

4.5 Algoritm de agregare a măsurării

Agregările se fac utilizând rădăcina pătrată din media aritmetică a valorilor de intrare ridicate la pătrat.

NOTĂ : Pentru măsurările de flicker algoritmul de agregare este diferit (a se vedea IEC 61000-4-15) Sunt necesare trei categorii de agregare.

- Agregare de perioadă

Datele pentru intervalul de timp de 150/180 perioade vor fi agregate din 15 intervale de timp de 10/12 perioade.

NOTĂ: Acest interval de timp nu este un interval de tip "interval programat". El se bazează pe caracteristica de frecvență și este liber să se scurgă în același timp cu intervalele de 10/12 perioade.

- De la agregare de perioadă la agregare de interval programat

Valorile agregate de 10 min trebuie să fie adăugate timpului absolut (de exemplu, 01H10.00). Adaosul de timp este timpul la încheierea agregării celor 10 min.

Finalul celor 10 min este utilizat pentru a resincroniza intervalele de 10/12 perioade și intervalele de 150/180 perioade.

Intervalul(-lele) final(e) de 10/12 perioade dintr-un interval de agregare de 10 min. poate (pot) să se suprapună în timp cu marginea intervalului precis programat de 10 min. Orice interval de 10/12 perioade care se suprapun este inclus în agregare în intervalul anterior de 150/180 perioade și intervalul anterior de 10 min.

În figura de mai sus se ilustrează resincronizarea corespunzătoare a intervalelor de 10/12 perioade și de 150/180 perioade care se suprapun peste o margine de interval programat de 10 min.

La începutul măsurării, măsurarea de 10/12 perioade trebuie să înceapă la limita intervalului precis programat de 10 min și va fi resincronizată la fiecare limită ulterioară de 10 min.

NOTĂ : Această tehnică presupune că o cantitate foarte mică de date pot să se suprapună și să apară în două agregări adiacente de 10 min.

- Agregare de interval programat

Datele pentru "interval de 2 h" vor fi agregate din 12 intervale a 10 min.

4.6 Incertitudinea intervalului programat

Incertitudinea intervalului programat este definită față de Timpul Universal care este continuu în creștere și disponibil în lumea întreagă.

- Pentru performanță de clasa A

Incertitudinea intervalului programat nu trebuie să depășească ± 20 ms pentru frecvența de 50 Hz sau $\pm 16,7$ ms pentru frecvența de 60 Hz, indiferent de intervalul total de timp. Această performanță poate fi atinsă, de exemplu, printr-o procedură de sincronizare aplicată periodic pe durata campaniei de măsurare, sau printr-un receptor GPS, sau prin recepție de semnale de sincronizare transmise prin radio. Când sincronizarea de la un semnal extern nu mai este disponibilă, atunci toleranța adaosului de timp trebuie să fie mai bună decât 1-s/24-h; totuși, această excepție nu trebuie să elimine cerințele pentru conformitatea cu prima parte a acestui paragraf.

NOTA 1 : Această toleranță este necesară pentru a garanta că două instrumente de măsurare care folosesc metodele de clasă A produc aceleași rezultate de agregare de 10 min când sunt conectate la același semnal.

NOTA 2 : Când se trece un prag, atunci este util să se înregistreze datele și timpul.

Producătorul trebuie să specifice incertitudinea intervalului programat și metoda de a determina intervale de 10 min.

4.7 Conceptul de marcare

Pe durata unei scăderi, creșteri sau întreruperi, algoritmul de măsurare pentru alți parametri (de exemplu, măsurarea frecvenței) ar putea produce valori instabile (sau în care nu poți avea încredere).

De aceea, conceptul de marcare evită să ia în considerare un singur incident mai mult decât o dată la diferiți parametri (de exemplu, să se ia în considerare o singură scădere drept și o scădere și o variație de frecvență) și indică faptul că o valoare agregată poate fi instabilă (sau în care nu poți avea încredere).

Marcarea este activată numai de scăderi, creșteri și întreruperi. Detecția scăderii și creșterii depinde de pragul ales de către utilizator și această selecție va influența ce date sunt marcate.

Conceptul de marcare este aplicabil pentru executarea de măsurări de clasă A în cursul măsurării de frecvență a energiei, de amplitudine a tensiunii, de flicker, de dezechilibru al tensiunii de alimentare, de armonici de tensiune, de interarmonici de tensiune, de rețele de semnalizare și măsurări

ale parametrilor de abateri pozitive și negative.

Dacă într-un interval de timp dat este marcată orice valoare, atunci valoarea agregată care include această valoare trebuie, de asemenea, să fie marcată. Valoarea marcată trebuie să fie stocată și, de asemenea, inclusă în procesul de agregare, de exemplu, dacă într-un interval de timp dat orice valoare este marcată, atunci valoarea agregată, care include această valoare, trebuie, de asemenea, să fie marcată și stocată.

5 Concluzii

În cursul anului 2006, Laboratorul Mărimi Electrice a câștigat, în cadrul competiției naționale pentru programul CEEEX-Modul 4, proiectul intitulat *Dezvoltarea acreditarea unui laborator de etalonări în domeniul puterii și energiei electrice în conformitate cu directivele UE*[7], în cursul căruia au fost elaborate proceduri specifice de etalonare a wattmetrelor analogice și digitale. În baza completării manualului calității și a aplicării acestor proceduri și a instrucțiunilor de lucru aferente, laboratorul a solicitat acreditarea din partea organismului național de acreditare RENAR.

În vederea asigurării trasabilității la SI a întregii instrumentației destinate măsurării parametrilor de calitate a energiei electrice, în conformitate cu cerințele seriei de standarde internaționale IEC 61000, Laboratorul Mărimi Electrice va desfășura activități de colaborare cu laboratoarele de specialitate din EUROMET, pentru cunoașterea și implementarea unor metodologii recunoscute la nivel european.

BIBLIOGRAFIE

- [1] www.cenelec.eu/Cenelec/Code/Frameset.aspx
- [2] www.asro.ro/romana/standard/standarde2007
- [3] Decizia nr. 34/1999 a ANRE, www.anre.ro/documente
- [4] Ordinul nr. 17/2007 al ANRE, www.anre.ro/documente
- [5] Ordinul nr. 28 al ANRE, www.anre.ro/documente
- [6] www.iec.ch/cgi
- [7] www.mct-excelenta.ro

- Prezentat în data de 18 octombrie 2006; acceptat în data de 2 noiembrie 2006
- Revizia științifică: *dr.ing. Dragoș BOICIUC*



**Ioana-Izabela
ODOR**

- Cercetător științific II, dr.ing., BRML- Institutul Național de Metrologie, Laboratorul Mărimi Electrice
- Președinte al CT 13 al CER și al CT 164 „Echipamente de măsurare a energiei electrice și controlul sarcinii” al ASRO
- Membru al IEEE și al IEEE Ro IM (Instrumentation & Measurement)
- Membru al Societății Inginerilor Energeticieni din România