

CONTRIBUȚII LA PROIECTUL DE CERCETARE COLABORATIVĂ “GENERAȚIA URMĂTOARE DE MĂSURĂRI DE PUTERE ȘI ENERGIE” DESFĂȘURAT ÎN CADRUL PROGRAMULUI EUROPEAN DE CERCETARE ÎN METROLOGIE (EMRP)

CONTRIBUTION TO THE JOINT RESEARCH PROJECT “THE NEXT GENERATION OF POWER AND ENERGY MEASUREMENTS” CARRIED OUT WITHIN THE EUROPEAN METROLOGY RESEARCH PROGRAMME (EMRP)

Ionel URDEA MARCUS, Anca NESTOR

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE
NATIONAL INSTITUTE OF METROLOGY

Rezumat: *Articolul descrie contribuția unor specialiști de la INM la proiectul de cercetare colaborativă “The Next Generation of Power and Energy Measurements,” proiect ERA-Net Plus, desfășurat în cadrul EMRP, sub coordonarea Comitetului EMRP al EURAMET e.V. Sunt prezentate obiectivele pachetului de lucru în care sunt implicați specialiști ai INM și rezultatele obținute până în prezent.*

Cuvinte cheie: *impedanța rețelelor de joasă tensiune, distorsiuni armonice, flicker*

Abstract: *The paper describes the contribution of some specialists from INM to joint research project “The Next Generation of Power and Energy Measurements,” an ERA-Net Plus project, carried out within the EMRP, under the co-ordination of the EMRP Committee of EURAMET e.V. The objectives of the work package where specialists from INM are involved and the results obtained so far are depicted.*

Key words: *low voltage network impedance, harmonic distortions, flicker*

Proiectul de cercetare colaborativă “Generația Următoare de Măsurări de Putere și Energie” a fost inițiat la data de 1 Aprilie 2008 și se derulează în cadrul ERA-Net Plus, sub supravegherea Comitetului EMRP al EURAMET e.V., pe o durată de 3 ani, implicând un număr de 16 institute naționale de metrologie din spațiul European, anume BEV din Austria, CEM din Spania, CMI din Cehia, DANIAMET-TRESCAL din Danemarca, INRIM din Italia, INM din România, JV din Norvegia, LNE din Franța, METAS din Elveția, MIKES din Finlanda, MIRS/SIQ din Slovenia, VSL din Olanda, NPL din Regatul Unit, PTB din Germania, SMU din Slovacia și SP din Suedia.

Cercetările desfășurate în cadrul proiectului sunt organizate în cinci pachete de lucru, după cum urmează:

- 1 Tehnologii de digitizare de nivel metrologic pentru măsurările privind calitatea energiei;
- 2 Traductoare de precizie pentru măsurările de laborator ale puterii și calității energiei;
- 3 Dezvoltarea unor tehnici de eșantionare și algoritmi de analiză de înaltă exactitate pentru susținerea calității energiei;
- 4 Dezvoltarea și caracterizarea unor traductoare de curenți intenși și tensiuni înalte;
- 5 Metodologie și implementare armonizate pentru măsurările trasabile ale parametrilor ce definesc calitatea energiei.

The joint research project “The Next Generation of Power and Energy Measurements” was started on 1 April 2008 and is carried out within ERA-Net Plus, under the supervision of the EMRP Committee of EURAMET e.V., for a period of 3 years, involving a number of 16 NMIs from the European area, namely BEV from Austria, CEM from Spain, CMI from the Czech Republic, DANIAMET-TRESCAL from Denmark, INRIM from Italy, INM from Romania, JV from Norway, LNE from France, METAS from Switzerland, MIKES from Finland, MIRS/SIQ from Slovenia, VSL from The Netherlands, NPL from the United Kingdom, PTB from Germany, SMU from Slovakia and SP from Sweden.

The research work done within the joint research project are organised in five work packages, as follows:

- 1 Metrology Grade Digitising Technology for Power Quality Measurements;
- 2 Precision Transducers For Laboratory Measurements of Power and Power Quality;
- 3 The Development of Accurate Sampling Techniques and Analysis Algorithms in Support of Power Quality;
- 4 The Development and Characterization of High Current and High Voltage Transducers;
- 5 A Harmonised Methodology and Implementation of the Traceable Measurement of Power Quality Parameters.

Institutul Național de Metrologie este implicat în realizarea a două activități din cadrul pachetului de lucru “Metodologie și implementare armonizate pentru măsurările trasabile ale parametrilor ce definesc calitatea energiei,” anume în *Studiul efectelor impedanței finite a rețelei de alimentare asupra parametrilor care definesc calitatea energiei și Armonizarea metodologiei și a măsurărilor de verificare ale parametrilor parametrilor de calitate a energiei.*

Obiectivul activității *Studiul efectelor impedanței finite a rețelei de alimentare asupra parametrilor care definesc calitatea energiei* este evaluarea influenței parametrilor circuitului în care se efectuează măsurări referitoare la calitatea energiei electrice asupra exactității măsurărilor de distorsiuni armonice și flicker. Aceste influențe sunt evaluate pe baza unor modelări matematice ale perturbațiilor introduse de surse tipice de distorsiuni armonice în rețea, care să poată fi verificate experimental.

Obiectivul activității *Armonizarea metodologiei și a măsurărilor de verificare ale parametrilor parametrilor de calitate a energiei* este formularea și adoptarea unui protocol care să definească un program de încercări ale echipamentului utilizat pentru evaluarea calității energiei electrice la nivelul Uniunii Europene. Acest protocol ar urma să stea la baza unei abordări pan-Europene armonizate a etalonării analizoarelor de armonici și a flickermetrelor, care să susțină reglementarea în domeniu.

1 Studiul efectelor impedanței finite a rețelei de alimentare asupra parametrilor care definesc calitatea energiei

Impedanța rețelei de alimentare depinzând atât de topologia rețelei cât și de punctul de conexiune în care se realizează evaluarea, există posibilitatea ca valorile măsurate ale distorsiunilor armonice, precum și cele ale flicker-ului, să fie diferite de la un punct de măsurare la altul, chiar în cadrul aceleiași rețele.

Modelarea matematică s-a realizat pentru a estima amploarea acestui efect, astfel încât acesta să poată fi eventual luat în considerare la evaluarea incertitudinii de măsurare.

Au fost definite și studiate mai multe modele pentru rețea și sursele de perturbații, iar simulările realizate pe baza acestor modele au urmărit reflectarea cât mai fidelă și aprecierea variațiilor impedanței rețelei la conectarea sarcinilor perturbatoare, precum și evaluarea efectelor variației impedanței finite a rețelei asupra unor parametri care definesc calitatea energiei în intervalul de frecvențe relevant

The National Institute of Metrology is involved in carrying out two tasks of the work package “A Harmonised Methodology and Implementation of the Traceable Measurement of Power Quality Parameters,” namely *Investigate finite bus impedance effects on power quality parameters* and *Harmonization of methodology and verification measurement of power quality parameters*

The objective of the task *Investigate finite bus impedance effects on power quality parameters* is the evaluation of the influence of the parameters of the circuit used for PQ measurements on the accuracy of the harmonic distortions and flicker measurements. These influences are evaluated using mathematical modelling of the disturbances induced into the network by typical sources of harmonic distortions, which may be experimentally verified.

The objective of the task *Harmonization of methodology and verification measurement of power quality parameters* is to draft and to adopt an agreed protocol defining a schedule of tests to be carried out on power quality analysis equipment across the EU. This will provide a pan-European harmonized approach to underpin the specific power quality regulation.

1 Investigate finite bus impedance effects on power quality parameters

Since the network impedance depends on both the network topology and the connection point where the measurements are made, it is possible to obtain different measured values for the harmonic distortions, as well as for the flicker, even though the measurements are performed within the same network.

The mathematical modelling work was carried out in order to be able to estimate the extent of this effect, so that it might be considered when the measurement uncertainty is evaluated.

Several models for the network and disturbance sources were developed and studied and the simulations performed using these models were intended to accurately reflect the network impedance and to assess the changes in the network impedance induced by connecting the disturbance producing loads to the network, as well as to evaluate the effects that the changes of the finite network impedance might have on some parameters which define the power quality within the frequency range that is relevant for the harmonic analysis.

The model which was finally adopted to represent the network is the one which provides

pentru analiza armonică.

Modelul adoptat în final pentru rețeaua electrică este acela care oferă o reprezentare realistă a unei rețele rezidențiale de joasă tensiune, cu respectarea în același timp a cerințelor impuse modulului impedanței în standardele specifice ale IEC, în rapoarte tehnice și în recomandări ale unor grupuri de lucru specializate.

Pentru a pune în evidență influența unor posibile variații ale impedanței rețelei asupra măsurărilor de distorsiuni armonice și de flicker efectuate la fața locului, în diverse puncte de conectare în rețea, au fost simulate variații de $\pm 10\%$ ale modulului impedanței rețelei la frecvența de 50 Hz, prin modificarea componentelor activă și reactivă ale impedanței modelului studiat, urmărind respectarea cerințelor standardelor referitoare la modulul impedanței și urmărind de asemenea și modificările unghiului de fază al impedanței cu frecvența.

Efectele variației cu $\pm 10\%$ a modulului impedanței rețelei la 50 Hz asupra distribuției pe diversele armonici a curentului de ieșire din rețea au fost evaluate până la frecvența de 9 kHz. În mod similar, s-au evaluat efectele variației modulului impedanței rețelei asupra fluctuațiilor de tensiune care reprezintă componenta cheie pentru flicker, analiza limitându-se în acest caz la domeniul armonic.

Rezultatele simulărilor au indicat un raport aproximativ de 10:1 asupra valorilor parametrilor ce definesc calitatea energiei considerați, semnificativ în termenii incertitudinilor evaluate la măsurările efectuate la fața locului, în punctele de conectare la rețea.

Rezultatele obținute de autori în cadrul acestei activități au fost prezentate la Întâlnirea anuală a Participanților la Proiect, care a avut loc în perioada 14 - 15 Octombrie 2009, la BEV, în Viena, Austria și care a sintetizat situația existentă și rezultatele obținute la jumătatea perioadei de desfășurare a proiectului.

2 Armonizarea metodologiei și a măsurărilor de verificare ale parametrilor parametrilor de calitate a energiei

Aceasta activitate își propune să armonizeze abordarea conceptului de trasabilitate pentru evaluările parametrilor care definesc calitatea energiei electrice și să furnizeze un răspuns coerent la nivelul institutelor naționale de metrologie din Europa la cerințele de trasabilitate asociate etalonării analizoarelor armonice și ale flickermetrelor, instrumente considerate a fi cele mai importante pentru

a realistic representation of a low voltage urban network, while observing the constraints prescribed for the module of the network impedance in the specific IEC standards, in technical reports and in the recommendations formulated by some specialised work groups.

In order to be able to identify the influence that possible changes in the network impedance might have on on-site harmonic distortions and flicker measurements performed in various points of connection to the network, changes of $\pm 10\%$ in the magnitude of the network impedance at 50 Hz, by modifying both the active and the reactive components of the impedance of the model investigated, while making sure that the constraints regarding the magnitude of the network impedance prescribed in standards, and considering also the changes of the phase angle with frequency.

The effects of the change with $\pm 10\%$ of the magnitude of the network impedance at 50 Hz on the harmonic distribution of the output network current were evaluated up to 9 kHz. Similarly, the effects of the changes in the magnitude of the network impedance on the voltage fluctuations, which represent the key component for flicker, were evaluated, but the analysis was limited in this case to the harmonic range.

The results of the simulations indicated a ratio of approximately 10:1 on the values of the parameters defining the power quality that were taken into account, which is significant in terms of measurements uncertainties evaluated for the on-site measurements, in various points of connection to the network.

The results obtained by the authors within this task were presented at the Annual Meeting of the participants in the joint research project that took place between 14 and 15 October 2009, at BEV, in Vienna, Austria, which summarised the existing midterm situation and the results obtained up to that point in carrying out the tasks of the joint research project.

2 Harmonization of methodology and verification measurement of power quality parameters

The aim of this task is to harmonize the approach to power quality traceability and provide a coherent response among the European NMIs to the demands for traceability associated with the calibration of harmonic analysers and flickermeters, these being considered the most important instruments for power quality assessment as far as trade is concerned. In this respect, the objective that has to be reached

evaluarea calității energiei electrice prin prisma intereselor legate de schimburile comerciale. În acest sens, obiectivul propus a fi realizat în cadrul acestei activități, respectiv elaborarea și adoptarea unui protocol pan-European, reprezintă un punct de plecare hotărâtor pentru o viitoare abordare armonizată a problematicii calității energiei electrice.

Cu ocazia Întâlnirii anuale a Participanților la Proiect, din 14 - 15 Octombrie 2009, de la BEV, în Viena, Austria, coordonatorul întregului proiect de cercetare colaborativă, de la NPL din Regatul Unit, a prezentat un proiect al unui astfel de protocol, pe care l-a trimis în prealabil tuturor participanților implicați în realizarea acestei activități din cadrul proiectului, pentru observații, comentarii și propuneri de completare. Proiectul de document definește încercări de tip și operații de re-etalonare pentru analizoarele de calitate a energiei, incluzând regimul armonic staționar, regimul armonic nestaționar, măsurările de putere, flicker și modulația complexă de flicker. Cu ocazia acestei întâlniri, s-au colectat un număr de observații și comentarii de la unii dintre participanți.

Un punct de vedere privitor la proiectul de protocol urmează a fi formulat de către reprezentantul INM pentru această activitate.

Despre autori:

Ionel URDEA MARCUS, cercetător științific II la Institutul Național de Metrologie, e-mail: ionel.urdea@inm.ro

Anca NESTOR, doctor, cercetător științific III la Institutul Național de Metrologie, e-mail: anca.nestor@inm.ro

within this task of the joint research project, i.e., the drafting and the adoption of an agreed pan-European protocol, represents a decisive starting point for a future harmonized approach for the power quality issues.

At the Annual Meeting of the participants in the joint research project, of 14-15 October 2009, at BEV, in Vienna, Austria, the coordinator of the whole joint research project, coming from NPL, in the United Kingdom, presented a draft of such a protocol that he had sent to all the participants involved in this task of the project in order to collect observations, comments and suggestions for improvement. The draft protocol defines type tests and recalibration verifications for power quality analysers, including steady state harmonics, fluctuating harmonics, power measurements, flicker and complex modulation flicker. On the occasion of this annual meeting, a number of observations and comments were collected from some of the participants.

A point of view regarding the draft protocol has yet to be formulated by the person from INM responsible with contributing to the carrying out of this task.

About the authors:

Ionel URDEA MARCUS, Scientific Researcher II with the National Institute of Metrology, e-mail: ionel.urdea@inm.ro

Anca NESTOR, doctor, Scientific Researcher III with the National Institute of Metrology, e-mail: anca.nestor@inm.ro
