

ANALYSIS OF POWER QUALITY PARAMETERS OF THE LIGHTING SYSTEMS WITH FLUORESCENT LAMPS

Ion MIRCEA, Denisa RUȘINARU

University of Craiova

The purpose of this paper is investigation of the electrical characteristics of the low-pressure mercury lamps of LFA 20 type. Their use at a large scale is justified by a number of advantages as low prices, long life time and high luminous efficiency. Nevertheless there should be mentioned that the low-pressure mercury lamps operate with a relatively low power factor, asking for a supplementary reactive power from the supply system. On the other hand, this type of lamp is an important harmonics source. In the paper are mentioned the results of the measurements of some values characteristics to these lamps, the figures being compared with the manufacturing figures. The results of harmonic analysis in the coupling point of lamps are presented as well.

1. Introduction

At present, some of the most important harmonics sources in the distribution networks are the fluorescent lamps. In spite of these lamps advantages, there could be not neglected the serious problems linked by the harmonics they introduce in the supply network. More than that, their supplying by distorted voltages due to other consumers of the network leads to a supplementary deterioration of their electric performances.

The measurements made on LFA 20 type lamps outlined higher values for the power absorbed by the ballasted lamps, and respectively lower values of the power factor compared with the manufacturer figures. More, there was determined a distorting current factor that highly overcomes the limit proposed by the power quality standards [1, 2].

Supplying of the lighting systems with fluorescent lamps is joined by high currents through the neutral conductor, generated by summation of the 3rd phase currents harmonics. The zero sequence currents, in the case of an asymmetrical disposal of the lighting sources on the three network phases, magnify these currents. These additional loads mean a serious danger for the network operation, leading to the degradation of the neutral conductor by overheating. This effect is aggravated by the fact

the cross section of the neutral conductor is usually inferior to that of the active conductors.

On this background, the opportunity of fluorescent lamps use is debated in the framework of a great number of serious technical and economic studies, whose purpose is the comparison of their advantages with the costs attached to the devices for harmonic and reactive power compensation, considering even the asymmetry of the load currents.

Once the identification of these lamps as harmonic sources was made, it can be established the measurement types that would allow to extract the necessary information for the study, as well as the identifying that type of lamp model able to describe the best the behavior of the physical element for different operation states. Since a model that would allow the simulation of all aspects linked by the fluorescent lamps' behavior would be too complex, there were developed alternative models adjusted to more restrained purposes: e.g. load flows in steady (nonsinusoidal or/and unsymmetrical) state, determining the lamps' influence on the network operation, analysis of the supply voltage impact on the lamps operation, interactions among the lamps and between them and other types of low voltage consumers.

Based on proper simplifications (neglecting of some less important aspects regarding the studied

problems), these models were adjusted to the issues of interest. They used to be developed either in the frequency domain (allowing their connection with the network linear model in steady state), or in time field (case of the transient studies, control of some values, drawing of some time evolutions). Even the energetic model [3] is considered, or the one developed by Grady [4], their definition consists in determining of certain coefficients that should be according to the measured harmonic spectra of the lamp, as well as to the energetic features. For those harmonic analyses that follow the effects of high supply voltage harmonics on the fluorescent lamps, the energetic model could be applied. In spite of its complexity, this model allows (indirectly) a control of the associated non-active powers, while the great simplicity of the Grady model is very adequate for developing of load flow algorithms.

The first objective of this paper is establishing the time evolution of the current through the lamp circuit, the voltage at its terminals, the lamp characteristic, as well as the active power measurements. Furthermore, certain information regarding the power factor of the lamp and reactive power consumption will be supplied. There are also presented the results of the harmonic analysis of the studied lamp circuit.

2. Characteristic of a low pressure mercury lamp LFA 20

The study was performed for a fluorescent lamp with the following rated values: $U_N=220$ V (c.a.); $P_N=20$ W; $I_N=0.39$ A. The lamp circuit is endowed with an inductive ballast of BIA 20 type, with the following data: $U_N=220$ V; $I_N=0.39/0.45$ A – rated operational current/rated preheating current; $P_N=10.5$ W.

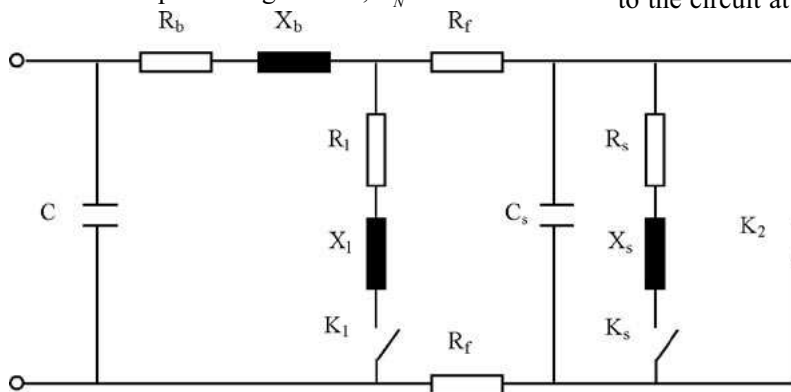


Figure 2 Equivalent supply circuit of LFA 20 lamp
 R_b, X_b – resistance/reactance of ballast;
 R_s, X_s – starter resistance/reactance;
 R_l, X_l – resistance/reactance of lamp;
 R_f – filament resistance;
 K_1 – equivalent contact turning on/off of lamp;
 K_2 – bimetal contact of starter;
 C_s – capacitance of starter;
 C – capacitor for Q compensation

The main circuit of the lamp and its auxiliary devices is presented in Figure 1.

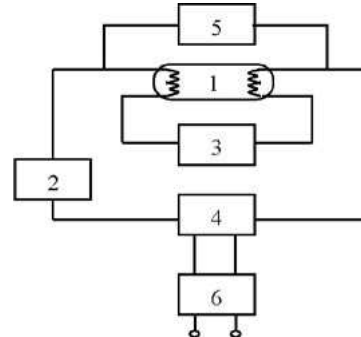


Figure 1 The connection circuit of LFA 20 lamp
 1 – lamp; 2 – ballast; 3 – ignition device; 4 – device for power factor compensation; 5, 6 – devices for radio perturbation removing (filters)

For the analyzed circuit of the ballasted lamp, the power factor compensation is achieved with a capacitor (C) parallel connected in the circuit.

In a steady operation, the supplying circuit of the lamp (Figure 2) behaves as one of RL type (uncompensated version), with:

$$R=R_b+R_p; L=L_b+L_l \quad (1)$$

The statement according to with the lamp circuit is of RL type is not only a simplifying hypothesis, but it was confirmed by the measured values of the voltage, current and reactive power.

In the case of the circuit without reactive power compensation, the value of power factor can be determined (neglecting the harmonics produced by the lamp and ballast) according to the rated values as:

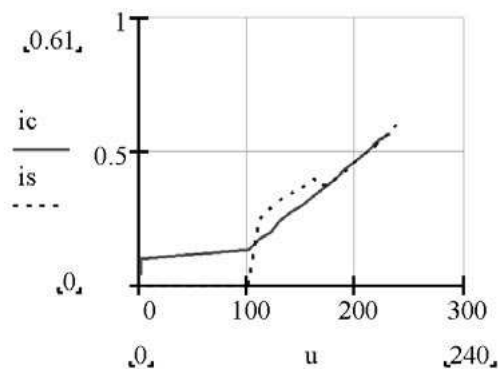
$$\cos \varphi=(P_{Nl}+P_{Nb})/U_N I_{Nl}=0,358. \quad (2)$$

From the experimental data for the case of LFA 20 lamp (Figure 3), the following values associated to the circuit at rated voltage were extracted: 39 W

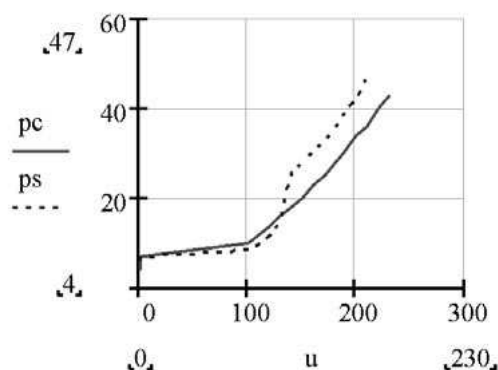
for absorbed power, 0.53 A for the current through the lamp and 0.334 for resultant power factor.

The results of the measurements leads to some preliminary observations:

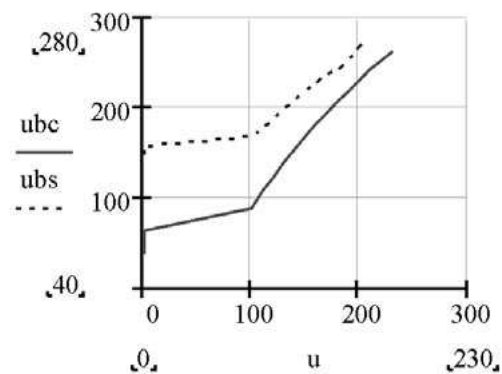
- the power absorbed by lamp and ballast is 1.28 times bigger than that indicated by manufacturer;
- the power factor is smaller than the catalog one;
- the current through the circuit slightly overcomes the rated value (an increase of the circuit current over 15% of I_{Nl} leads to a diminution of luminous efficiency, being necessary the measures for current decreasing).



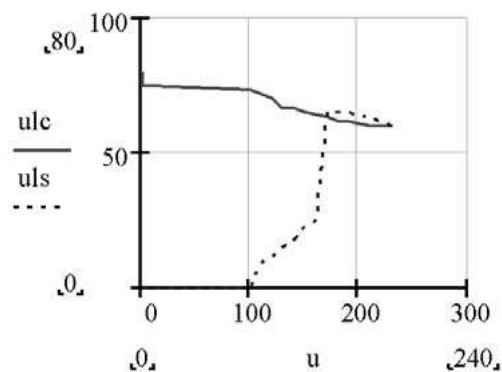
a



b



c



d

Figure 3 Dependence of LFA 20 characteristic values of the supplying voltage in steady state (indices c/s corresponds to the upstream variation, respectively downstream one of the supplying voltage)

Since the characteristic of ballast is of linear type in domain $I=(0.4...1.15)I_N$, it can be assumed the nonlinear element of the equivalent circuit is the resistor R . For the BIA 20 ballast, which is an iron core reactor, the characteristic in permanent regime is non-inertial. Nevertheless, the designing stages estimate it as of inertial type, being usually known and having no sensitive mismatches comparing with the “standard” shape of the core reactor characteristic. In order to obtain analytically the characteristic of the lamp with high precision, there is necessary performing of proper calculus requested by harmonic analysis, as well as a set of minimum errors measurements.

For achieving the $u-i$ characteristic of LFA 20 lamp, the voltage and current curves were registered

using a data acquisition instrument – TRINET, the results being transferred and computed in a PC, having implemented software for data performing TRIFAZ. The measurement results were implemented afterwards by original software, giving a graphical representation for lamp voltage and current (Figure 4), as well as for the voltage and current harmonic spectra.

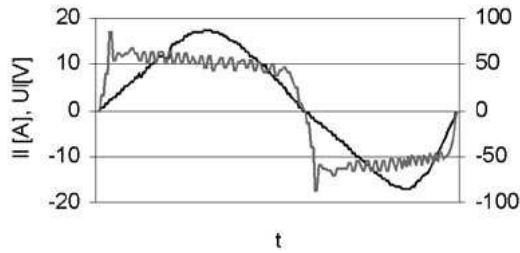


Figure 4 Time variation of the lamp voltage and current

Based on the analysis of time evolution and harmonic spectra of lamp voltage and current, there could be observed an important distortion of the current faced to the lamp supplying voltage. Also, the real shape of the voltage at the lamp terminals is slightly different of the approximated one from [5].

3. Harmonic analysis

The shape of voltage and current curves can demonstrate the inductive character of the lamp, which is initially considered hypothesis. This is based on the observation that the u_l registered curve (voltage on the lamp) is strongly distorted, while the current curves contain mainly the 3, 5, 7 and 9 harmonics (9.8%, 3.99%, 3.87%, 8.78%). The harmonic analysis of the nonlinear circuit is based on the u_l-i_l characteristic of the nonlinear element LFA 20. In the most of the designing cases, the nonlinear element characteristic is unknown, this being achieved according to the harmonic analysis.

The harmonic analysis of the considered circuit assumes the decomposing of $u_l(t)$ and $i_l(t)$ functions into Fourier series (500 terms), using the mentioned software. This one allows determining the Fourier series coefficients both for voltage and current, as well as the coefficients of the restrained representation. The graphical subroutine of the

program can give the graphical representation of the first 27 harmonics, based on the computed harmonic amplitudes. In the case of a high distorted u_l signal, the harmonics higher than the 10 can be neglected (it can be observed the even order harmonics' presence), while for i_l all harmonics different of the 1, 3, 5, 7, 9 are neglected.

Two essential indicators should complete the harmonic analysis:

- i) The amplitude factor of the k-th harmonic of voltage and current, respectively:

$$k_{v,U_k} = \frac{U_{l\max,k}}{U_l} \quad (3)$$

$$k_{v,I_k} = \frac{I_{l\max,k}}{I_l} \quad (3')$$

where: $U_{l\max,k}$ – the maximum value of the k-th harmonic of voltage $u_l(t)$; $I_{l\max,k}$ – the maximum value of the k-th harmonic of current $i_l(t)$; U_l – RMS value of the lamp voltage; I_l – RMS value of the lamp current.

- ii) The distortion voltage/current factor:

$$k_{dU} = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{512} (U_k)^2}}{U} \quad (4)$$

$$k_{dI} = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{512} (I_k)^2}}{I} \quad (4')$$

The mentioned software is computing both for $u_l(t)$ and $i_l(t)$ the values of total distortion factor, beside the Fourier series coefficients. For the studied element the determined distortion factor values are: $k_{dU}=33.31\%$ și $k_{dI}=9.08\%$ (%). The quality standards generally point out as perturbation limits the 5% value. So that, it is obvious in the case of LFA 20 lamp both the current and the voltage are distorted. In figure 5 are indicated the first nine odd voltage harmonics.

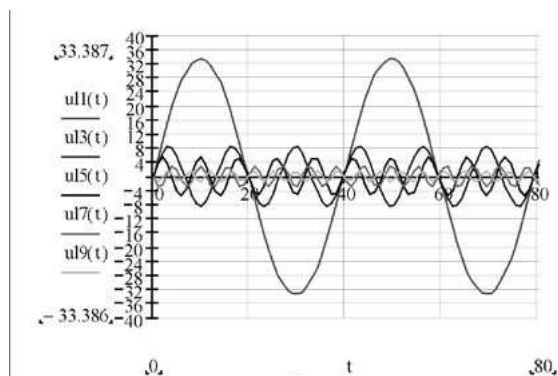


Figure 5 Prevalent voltage harmonics of the lamp

Considering the obtained value of the current distortion factor, the capacitance of power factor compensation capacitor can be recalculated.

In equation(5):

$$I = 1.2 \cdot \frac{\sqrt{P^2 + [Q - Q_c]^2}}{U} \quad (5)$$

for calculus of the current absorbed by the compensated circuit from the network, the 1.2 coefficient is introduced by designer for considering (approximation) of the effect of high harmonics introduced by the ballasted lamp. The value of the current distortion factor (0.0908) allows the correction of the mentioned coefficient, being possible to consider for it a value higher than 1.0908 (e.g. 1.1).

Equation (5) is becoming:

$$I = 1.1 \cdot \frac{\sqrt{P^2 + [P \cdot \tan \varphi - \omega C U^2]^2}}{U} \quad (6)$$

The new C value is given by the solution of the following equation:

$$C^2 (\omega^2 U^4) - C (2 \omega P U^2 \tan \varphi) + \left[P^2 (1 + \tan^2 \varphi) - \left(\frac{UI}{1.1} \right)^2 \right] = 0 \quad (7)$$

For the same desired power factor it could be observed that the new calculated capacitance (207 nF) is smaller than to the initial case correspondent (836 nF).

4. Conclusions

The study of LFA 20 lamp behavior outlined some aspects linked by the harmonics introduced in the supply network, as well as their influence on the sizing of some elements included in the supplying connection (capacitor for reactive power

compensation). According to the harmonic analysis, the voltage harmonics level is quite high, greater than power quality standards' limits. The experimental data allow also observing that the power absorbed by the ballast-lamp circuit is superior to the manufacturing value. On the other hand, the power factor value is lower than the catalog value and the current through the circuit is slightly higher than the rated current. The consequence is an inferior lighting efficiency. Therefore, a decrease of the current through the lamp circuit is recommended, by majoring the value of the ballast inductance L_b .

5. References

1. *** PE143/1994. *Normativ privind limitarea regimului deformant și nesimetric în rețelele electrice*. ICEMENERG, București 1994
2. IEC Std.100-2-2, 1990, *Part 2 Environment. Section 2: Compatibility Levels for Low Frequency Conducted Disturbances and Signalling in Public Low-Voltage Power Supply Systems*
3. Laskowski, E. L., Donoghue, J. F., 1981, *A Model of a Mercury Arc Lamp's Terminal V-I Behaviour*; IEEE Transaction on Industry Applications, vol. IA-37, no. 4, July/Aug
4. Grady, W. M., Heydt, G. T., 1985, *Prediction of Power System Harmonics Due to Gaseous Discharge Lighting*. IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems, vol. PAS-104, no. 3, March
5. Heydt, G.T., 1994, *Electric Power Quality*. Stars in a Circle Publ., Chelsea Michigan



Ion MIRCEA

University of Craiova
Electrotechnics Faculty, Energy
Department
107, Decebal Bd., 200585 Craiova,
ROMANIA
Phone: +40.251.436447,
Fax: +40.251.436447
e-mail: imircea@elth.ucv.ro

Ph.D. at the University of Petrosani. Professor with the Electrotechnics Faculty of Craiova and head of Energy Department. His field of interest is in nonconventional energy sources, transmission and distribution networks, energy markets structures.



Denisa RUȘINARU

Graduated Electromechanical Engineering at University of Craiova, 1993, Ph.D. in Power Engineering from Politehnica University of Bucharest, 2002. Lecturer professor with the Electrotehnics Faculty of Craiova.

Her field of interest is in energy quality and automation of distribution networks.

e-mail: drusinaru@elth.ucv.ro

Paper presented at The 2nd International Conference ILUMINAT 2003, 8-9 May, Cluj-Napoca, Romania

ANALIZA PARAMETRELOR CALITATIVI AI SISTEMELOR DE ILUMINAT CU LĂMPI FLUORESCENTE

Scopul prezentei lucrări constă în investigarea caracteristicilor electrice ale lămpilor cu vapori de mercur de joasă presiune LFA 20. Folosirea acestora pe scară largă este justificată de o serie de avantaje cum ar fi prețul de cost redus, durată de viață mare și eficacitate luminoasă ridicată. Cu toate acestea trebuie menționat că funcționează la un factor de putere relativ scăzut, necesitând o putere reactivă suplimentară absorbită din sistemul de alimentare. Pe de altă parte, introduc distorsiuni serioase în rețeaua de distribuție, constituind o sursă importantă de poluare armonică. În lucrare sunt prezentate rezultatele măsurărilor caracteristicilor acestui tip de lampă, fiind comparate cu valorile indicate de constructor și însoțite de rezultatele analizei de regim armonic în punctul de conectare.

1. Introducere

În prezent, una din sursele importante de poluare armonică a rețelelor electrice de distribuție este reprezentată de lămpile fluorescente. În ciuda avantajelor pe care acestea le prezintă, ele ridică deseori probleme serioase privind nivelul armonicilor de curent introduse în rețeaua de alimentare. Mai mult, alimentarea lor cu tensiuni nesinusoidale, așa cum se întâmplă frecvent din cauza altor consumatori deformați amplasați în nodurile vecine, poate determina alterarea suplimentară a performanțelor lor electrice.

Măsurările efectuate pe lămpile LFA 20 au pus în evidență valori superioare ale puterii absorbite de ansamblul lampă-balast și inferioare ale factorului de putere față de cele indicate de constructor. În plus a fost determinat un factor de distorsiune de curent care depășește cu mult limita propusă de standardele de calitate în vigoare [1, 2].

Alimentarea sistemelor de iluminat cu lămpi fluorescente conduce la apariția unor curenți de valori mari prin conductorul de nul, determinați prin

însurarea armonicilor de ordinul 3 ale curenților de fază. Acești curenți sunt amplificați de componenta de secvență zero, în condițiile în care aceste surse de iluminat sunt dispuse inegal pe fazele rețelei de alimentare. Aceste sarcini suplimentare constituie un pericol serios de degradarea a conductorului de nul prin supraîncălzire, cu atât mai mare cu cât secțiunea sa transversală este (cu rare excepții) inferioară celei a conductoarelor de fază.

În aceste condiții, oportunitatea utilizării intensive a lămpilor fluorescente constituie obiectul unor studii tehnico-economice serioase, care au ca scop compararea avantajelor oferite de introducerea lor cu costurile instalațiilor de compensare a armonicilor și a puterii reactive, cu considerarea chiar a nesimetriei curenților de sarcină.

Odată identificate aceste lămpi ca surse de armonici, se poate trece la stabilirea tipului de măsurări care să permită extragerea informațiilor necesare studiului și a tipului de model care să descrie cel mai bine comportamentul elementului fizic în diferite regimuri de funcționare (cele urmărite). Întrucât un model care să permită simularea

tuturor aspectelor legate de comportarea lămpilor fluorescente ar fi prea complex, s-au dezvoltat modele alternative adoptate scopului urmărit: calculul circulației de sarcină în regim stabilizat (nesinusoidal sau/și nesimetric), determinarea influenței prezenței lor asupra ansamblului rețelei, analiza impactului pe care îl are calitatea tensiunii de alimentare asupra funcționării lor, interacțiunea dintre ele și alte tipuri de consumatori de joasă tensiune. Bazate pe simplificări adecvate (neglijarea aspectelor care nu prezintă interes), aceste modele au fost adaptate scopului, fiind realizate în domeniul frecvenței (asamblarea lor cu modelul liniar al rețelei în regim cvasistaționar) sau în domeniul timpului (studii de regim tranzitoriu, controlul unor mărimi fizice, evidențierea unor evoluții temporale). Fie că este vorba de modelul energetic [3] sau de cel elaborat de Grady [4], definirea acestora constă în determinarea coeficienților, care trebuie să respecte spectrul de amplitudini determinat al curentului prin lampă, ca și caracteristicile energetice. Pentru analize armonice care vizează efectele armonicilor superioare ale tensiunii aplicate asupra lămpilor fluorescente poate fi utilizat, în ciuda complexității sale, modelul energetic, care permite totuși un control (indirect) al puterilor reactive asociate, în timp ce marea simplitate a modelului Grady îl recomandă pentru aplicarea în cadrul programelor de calcul de circulație de sarcină.

Primul obiectiv al lucrării constă în determinarea evoluției în timp a curentului prin circuitul lămpii, a tensiunii la bornele acesteia și a caracteristicii sale, precum și măsurarea puterii active a lămpii. În plus, vor fi furnizate informații referitoare la factorul de putere al lămpii și la consumul de putere reactivă. Nu în ultimul rând sunt prezentate rezultatele analizei armonice a circuitului lămpii studiate.

2. Caracteristica lămpii cu vapori de mercur de joasă presiune LFA 20

Studiul a fost efectuat pentru o lampă fluorescentă cu următoarele date nominale: $U_N=220$ V (c.a.), $P_N=20$ W, $I_N=0,39$ A. Circuitul lămpii este echipat cu un balast inductiv de tip BIA 20 cu datele nominale: $U_N=220$ V, $I_N=0,39/0,45$ A – curent nominal de funcționare/curent nominal de preîncălzire, $P_N=10,5$ W

Schema principală de conectare a lămpii și a dispozitivelor auxiliare este prezentată în

Figura 1. Pentru schema cu balast inductiv analizată, compensarea factorului de putere se face cu ajutorul unui condensator montat în paralel pe ansamblul balast-lampă (C). În regim permanent circuitul de conectare al lămpii (Figura 2) este un circuit de tip R-L (variante necompensată) (rel. 1). Afirmatia privind caracterul rezistiv-inductiv al lămpii nu este o simplă ipoteză simplificatoare, ea fiind confirmată de valorile măsurate ale armonicilor de tensiune și curent și ale puterilor reactive. În varianta de schemă fără compensarea puterii reactive, valoarea factorului de putere se poate determina conform mărimilor nominale ca fiind (în ipoteza neglijării regimului deformant determinat de lampă și balast) (rel. 2).

Datele ridicate experimental pentru studiul lămpii LFA 20 (Figura 3) au pus în evidență, la tensiunea nominală, valori ale puterii absorbite de circuit și curentului prin lampă de 39 W, respectiv 0,53 A, factorul de putere rezultat având valoarea de 0,334.

Rezultatele măsurărilor au permis extragerea unor observații preliminare:

- puterea absorbită de lampă și balast este de 1,28 ori mai mare decât cea indicată de constructor;
- factorul de putere este mai mic decât cel precizat;
- curentul prin circuit depășește sensibil valoarea nominală (o depășire a curentului prin circuit peste $1,15I_{Nl}$ duce la scăderea eficacității luminoase, fiind necesară scăderea lui).

În condițiile în care pentru balast se impune existența unei caracteristici liniare în intervalul $I=(0,4...1,15)I_{Nl}$, se poate presupune că elementul neliniar al circuitului echivalent este R.

Cum balastul BIA 20 este o bobină cu miez de fier, caracteristica sa în regim permanent este neinertială, în calculele de proiectare fiind însă frecvent echivalată cu una inertială, fiind în principiu cunoscută, neputându-se abate sensibil de la forma „tip” a caracteristicii unei bobine cu miez feromagnetic.

Pentru obținerea unei caracteristici a lămpii pe cale analitică cu precizie mare este necesară aplicarea unor calcule corespunzătoare cerute de analiza armonică, precum și un set de măsurări cu erori minime.

Pentru obținerea caracteristicii $u-i$ a lămpii LFA 20 au fost înregistrate curbele de tensiune și curent cu ajutorul unui echipament de achiziție

TRINET, rezultatele fiind transferate unui PC pe care a fost implementat programul dedicat de prelucrare a datelor TRIFAZ. Rezultatele măsurării au fost prelucrate ulterior cu ajutorul unui soft original, obținându-se o reprezentare grafică atât a tensiunii și curentului lămpii (Figura 4), cât și a spectrului armonicilor de curent și tensiune. Pe baza analizei curbelor de tensiune și curent și a spectrului amplitudinilor acestora se poate observa o distorsiune importantă a curentului în raport cu tensiunea de alimentare a lămpii. De asemenea, forma reală a tensiunii la bornele lămpii diferă sensibil de cea aproximată oferită de literatura de specialitate [5].

3. Analiza armonică

Formele curbelor de tensiune și curent pot demonstra caracterul inductiv al lămpii, ipoteză considerată încă de la începutul analizei. Aceasta se bazează pe observația că semnalul u_l al tensiunii pe lampă este puternic deformat, în condițiile în care curentul este caracterizat în principal doar de armonicile 3, 5, 7, 9 (9,8%, 3,99%, 3,87%, 8,78%).

Analiza armonică a circuitului neliniar are la bază caracteristica u_l-i_l a elementului neliniar LFA 20. În majoritatea cazurilor de proiectare nu este cunoscută caracteristica elementului neliniar sub formă polinomială, aceasta fiind obținută cu ajutorul analizei armonice.

Analiza armonică a circuitului considerat presupune dezvoltarea funcțiilor $u_l(t)$ și $i_l(t)$ în serie Fourier (500 termeni), cu ajutorul soft-ului dezvoltat. Programul oferă valorile coeficienților seriei Fourier dezvoltate pentru tensiune și curent, precum și pe cei ai formei restrânse. Subrutina grafică a programului poate reda pe baza valorilor calculate ale amplitudinilor armonicilor forma grafică a primelor 27 de armonici.

În cazul semnalului u_l puternic distorsionat, armonicile de ordin mai mare decât 10 sunt neglijabile (se remarcă și prezența armonicilor de ordin par), în timp ce pentru i_l toate armonicile de ordin diferit de 1, 3, 5, 7, 9 sunt neglijabile.

Analiza armonică se completează cu ajutorul a doi indicatori esențiali:

- i) factorul de amplitudine al armonice de ordin k de tensiune, respectiv de curent (rel. 3, 3');;
- ii) factorul de distorsiune de tensiune, respectiv de curent (rel 4, 4').

Soft-ul elaborat calculează atât pentru $u_l(t)$, cât

și pentru $i_l(t)$ valorile factorului de distorsiune total, alături de valorile coeficienților seriei Fourier. Pentru elementul studiat valorile factorilor de distorsiune determinate sunt: $k_{du}=33,31\%$ și $k_{di}=9,08\%$.

Standardele de calitate precizează ca nivel limită de perturbații în general valoarea 5%, fiind evident că în cazul lămpii fluorescente LFA 20 atât curentul, cât și tensiunea sunt mărimi nesinusoidale. În Figura 5 sunt indicate primele 9 armonici (impare) de tensiune.

Pe baza valorii obținute pentru factorul de distorsiune de curent se poate recalcula capacitatea condensatorului de compensare a factorului de putere.

În expresia (5), pentru calculul curentului absorbit de la rețea de schema compensată, coeficientul 1,2 este introdus de proiectant în vederea acoperirii efectului distorsiunii determinate de armonicile superioare introduse de balast și lampă. Valoarea factorului de distorsiune de curent (0,0908) permite corectarea coeficientului amintit, putând fi adoptată pentru acesta o valoare mai mare decât 1,0908 (ex. 1,1).

Relația (5) devine astfel (6).

Noua valoare a lui C este dată de soluția ecuației de forma (7).

Pentru același factor de putere dorit se poate observa că valoarea capacității nou calculate (207 nF) este inferioară cazului inițial (836 nF).

4. Concluzii

Studiul comportamentului unei lămpi fluorescente LFA 20 a pus în evidență unele aspecte legate de regimul deformant introdus de acest element în rețeaua de alimentare, precum și influența acestuia asupra dimensionării unor elemente din schema de conectare (condensatorul de compensare a puterii reactive). Din analiza armonică s-a putut observa nivelul mare al armonicilor de tensiune, care depășește limita prescrisă de standardele de calitate. În plus, datele ridicate experimental au permis observarea unei valori pentru puterea absorbită de lampă și balast superioară celei indicate de constructor, a unei valori inferioare a factorul de putere față de cea indicată și o depășire sensibilă a valorii nominale de către curentul prin circuit, care duce la scăderea eficacității luminoase. În acest sens este recomandată scăderea lui, prin majorarea valorii inductanței utile a bobinei balastului.