

АНАЛИЗ НА КАЧЕСТВОТО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА ЕНЕРГИЯ В ОБЩЕСТВЕН ОБЕКТ

Любомир Димитров

Технически университет - Габрово

ANALYSIS OF THE ELECTRICITY QUALITY IN A PUBLIC FACILITY

Lyubomir Dimitrov

Technical University - Gabrovo

Abstract

The paper has an applied orientation and deals with the results of research carried out on the indicators of the electricity quality in the operation of consumers in a medical center. The operation of specialized medical equipment and general purpose consumers has been monitored. A METREL MI 2292 measuring device has been used to implement the measurements and analyze the quality of electricity. The results obtained are presented in tabular and graphical form and relevant conclusions are drawn.

Keywords: power quality, power quality analyzer, electricity, frequency control

ВЪВЕДЕНИЕ

Прогресът в областта на съвременните технологии води до завишаване на броя и мощността на електрическите уредби с непрекъснат режим на работа, като една значителна част от тях се явяват нелинейни и несиметрични в електрическо отношение или електрически уредби, характеризиращи се с бързо изменящо се натоварване във времето. Подобни електрически потребители притежават способността да генерират електромагнитни смущения, които влошават показателите за качество на електрическата енергия на електроснабдителните системи. Това влияние се изразява най-общо с появата на несиметрия на токовете и напреженията, появата на несинусоидална форма на токовете и захранващите напрежения, поява на колебания в напрежението и други смущения. Всичко това предизвиква същест-

вено усложнение в процесите, протичащи в електроснабдителните системи и електрическите потребители. В тези случаи се засилва взаимното влияние, предизвикващо влошаване на показателите за качество на електрическата енергия, увеличаване на електрическите загуби, намаляване на надеждността на електрическите уредби, снижаване на пропускателната способност по активна мощност на електроснабдителните системи и др.

Само до преди 15 години хармониците не се разглеждат като реален проблем, тъй като тяхното влияние в разпределителните мрежи, като цяло беше незначително но, масовото въвеждане на силова електроника в обзавеждането доведе до това, че присъствието на хармоници започна сериозно да влияе върху всички сектори на икономическата дейност [1].

Поддържането на показателите за качество на електрическата енергия в

определени граници води до ефективна експлоатация на електрическите уредби. При превишаването на тези показатели в редица случаи е необходимо да се вземат организационни или технически мерки, за да се поддържат в нормално установените граници. Ограничаване на диапазона на изменение на пределните стойности на показателите за качество на електрическата енергия на клемите на потребителите е напълно оправдано действие, тъй като тяхното влошаване над нормите има негативни с нищо неоправдани технико-икономически последици [2].

Осигуряването и поддържането на качеството на електрическата енергия е основно задължение на електроснабдителните предприятия. От друга страна, потребителите са в правото си да изискват и получават качествена електрическа енергия, като имат задължението чрез своите консуматори и режимите им на работа да не влошават показателите за качество на електрическата енергия в електроснабдителните системи [3].

Хармониците на тока причиняват спадове на напрежение в съпротивленията на електрическите вериги, които се наслагват върху синусоидата на захранващото напрежение и деформират синусоидалната му форма [4].

По своята същност електроенергията е търговски продукт, който трябва да има необходимото качество. Масово използваното понятие “качество на електроенергията” (*Power Quality*) означава доставяне без прекъсване на електроенергия на потребителите, като параметрите на мрежовото напрежение са в определени граници, позволяващи нормалното функциониране на свързаните към мрежата електрически товари. Идеално електрозахранване означава мрежовото напрежение никога да не се прекъсва, неговата стойност и честота да са в допустимите от действащия стандарт граници и да има чисто синусоидална форма без насложени шумове. На понятието качество на електрическата

енергия се обръща сериозно внимание още от самото създаване на електрическите мрежи, но днес то е още по-важно по две основни причини.

Те са свързани с наличието на множество съвременни типове товари, които от една страна се нуждаят от добро качество на електрическата енергия, а от друга го влошават поради естеството на своето действие. Като пример е достатъчно да се споменат импулсните захранвания, използвани в голяма част от компютърните, комуникационните и други електронни устройства, и управляващите блокове на постоянно-токовите и променливо-токовите електродвигатели с променлива честота на въртене. Многобройни са областите на човешката дейност, където влошаването на качеството на електрическата енергия е свързано със значителни финансови загуби, най-вече в непрекъснатите производства. Например, краткотрайни прекъсвания на мрежовото напрежение могат да доведат до значителни загуби в стъklarската и стоманодобивната промишленост, както и в телекомуникациите.

Качеството на електроенергията се определя от стандарти, прилагани в нашата страна: БДС EN 50160:2006, IEC 61000-3-1, IEC 61000-3-4.

Например, европейският EN 50160 се отнася за качеството на електроенергията в мрежи ниско и средно напрежение и задава допустимите граници на всички параметри на напрежението. Според него допустимите бавни промени на напрежението се оценяват чрез средноквадратичната стойност за интервал от 10 min, чиито относителни промени около номиналната стойност трябва да са до $\pm 10\%$ през 95% от седмицата. Честотата се измерва като средна стойност за интервал от 10 s и трябва да е 49.5-50.5 Hz през 99.5% от седмицата и между 47 и 52 Hz през останалото време [5].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Широкото приложение на устройства с нелинеен характер на товара налага

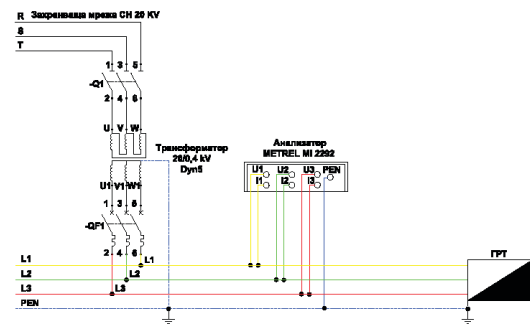
необходимостта за установяване на изменението на показателите за качеството на електрическата енергия в електрическата мрежа на обществен обект, представляващ дерматологична клиника.

Имайки предвид използването на голям брой специализирана медицинска апаратура и други електрически уреди с електронни компоненти и устройства в тях, генериращи висши хармоници, могат да окажат съществено влияние върху показателите за качество на електрическата енергия. Освен това тези електронни компоненти и устройства служат за сигурно надеждно управление на медицинската апаратура и трябва да осигурят качествени и достоверни резултати при изследвания. Тяхната работа съществено се влияе от качеството на електрическата енергия и затова е необходимо да се извършат редица измервания на електрическите величини и да се установи дали тяхното изменение оказва съществено влияние върху работата на тези устройства. Измерванията са извършени за период от една седмица [6].

За реализиране на измерванията и анализ на качеството на електрическата енергия е използван измервателен уред METREL, модел MI 2292 – фиг. 1. Измервателният уред разполага с редица функционални възможности, като измерване на ефективната стойност на електрическите величини (true RMS) и възможност за анализ на качеството на електрическата енергия (измерване по стандарт 50160). Притежава висок клас на точност, както и графично и таблично представяне на резултатите [7].



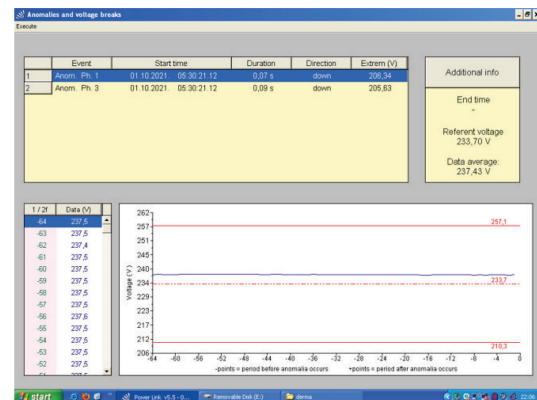
Фиг. 1 Анализатор на качеството на електрическата енергия METREL MI 2292



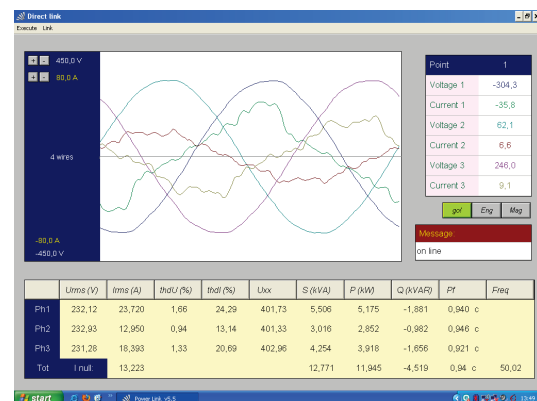
Фиг. 2 Електрическа схема на свързване

Измервателният уред е свързан в главното разпределително табло (ГРТ) на сградата, като по този начин измерването обхваща всички консуматори, в дерматологичната клиника – фиг. 2.

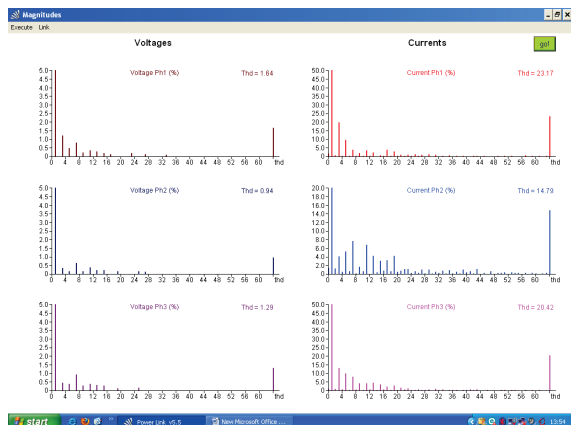
След провеждане на измерванията са получени резултати за ефективните стойности на електрическите величини.



Фиг. 3 Граници на изменение на напрежението в периода на измерване

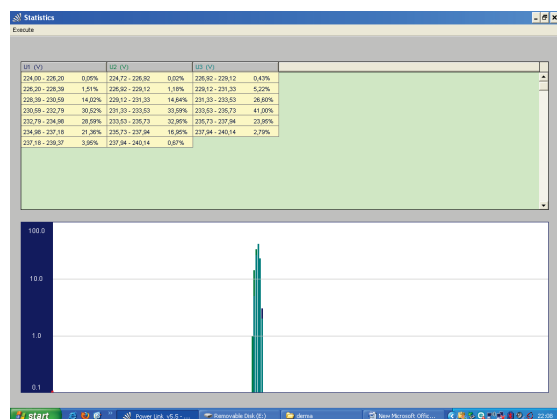


Фиг. 4 Графични и таблични резултати на електрическите величини



Фиг. 5 Нива на висшите хармоници

За анализ на резултатите е използван софтуерен продукт *Power Quality Analysis*, с помощта на който данните са представени в подходящ графичен и табличен вид.



Фиг. 6 Нива на изменение на напреженията в периода на измерване

След анализ на резултатите от проведените измервания, относно показатели за качество на електрическата енергия се установи следното:

– отклонение на честотата, представляващо разликата между действителната стойност на честотата $f_{\text{ном}}$, която в нашата страна е 50 Hz. Получените резултати за честотата на захранващото напрежение са: максималната стойност на честотата на захранващото напрежение за периода на измерване е 50.04 Hz, минималната стойност е 49.97 Hz и средна стойност 50.00 Hz. В 100% от случаите честотата на захранващото напрежение е в допустимите норми от 49.5÷50.5 Hz за

99.5% от годишен период или 47÷52 Hz целогодишно, регламентирани в стандарта БДС EN 50160, чрез който регулаторните органи следят за качеството на електрическата енергия;

– отклонение на напрежението: Отклонение на напрежението характеризира бавните, продължителни изменения на напрежението. Отклонението на напрежението представлява разликата между действителната стойност на напрежението $U_{\text{действ.}}$ и неговата номинална стойност $U_{\text{ном}}$. Получените резултати за захранващото напрежение са: Максималното моментно отклонение на фазното напрежение е: $L1=3.47\%$ (237.98 V), $L2=2.40\%$ (235.53 V), $L3=3.71\%$ (238.53 V). Подробни данни са дадени на фиг. 6. От получените резултати става ясно, че стойностите на фазните напрежения за 100% от периода на измерване са в допустимия диапазон от $\pm 10\%U_{\text{ном}}$. (от 207 до 253 V), регламентирани в БДС EN 50160 [8].

Измерен е краткотраен пад на напрежение, възникнал за период от 0.02 s, който е със стойност $U = 205.63$ V (фиг. 3), като тази минимално измерена стойност не влияе върху работата на консуматорите.

Стойностите на висшите хармоници на тока и напрежението са в допустимите граници на изменение. Общо хармонично изкривяване на напрежението по време на измерването – $\text{thd}U = 1.64\%$ (фиг. 3.5). Стойностите отговарят на нормите дадени в БДС EN 50160, който регламентира големината на общото хармонично изкривяване на захранващото напрежение да не превишава 8% [8]. Стойностите на общото хармонично изкривяване на тока в трите фази по време на измерването е: $\text{thd}I_1 = 23.17\%$, $\text{thd}I_2 = 14.79\%$, $\text{thd}I_3 = 20.42\%$ (фиг. 5).

В 100% измерените стойности на общото хармонично изкривяване на токовете са по-високи от допустимата стойност от 25% дадена в БДС IEC 61000-3-4 – Електромагнитна съвместимост. Част 3-4 Граници – ограничаване на емисиите на хармоничните токове в

слаботокови системи, захранване на оборудване, с номинален ток над 16 А.

За оценка на краткотрайните изменения се използва стойността на фликера (усещане за неустойчивост на зрителното възприятие, предизвикано от светлинен дразнител, на който яркостта или спектралното раздразнение се променят с течение на времето):

– флукуации на напрежението, както и внезапни пренапрежения с промишлена честота също не се наблюдават;

– несиметрия на напрежението: за несиметрията на напрежението е изчислена максимална стойност от 1.17%. Изчислената максималната стойност от 1.17% е под допустимите 2.00%. В 100% от времето на измерване. Тази изчислена стойност не оказва влияние върху качеството на електрическата енергия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение може да се каже, че захранващата електрическа мрежа и инсталираната система за резервно електрозахранване – UPS осигуряват захранване с електрическа енергия, която отговаря на всички изисквания заложи в нормативната уредба на нашата страна.

По отношение на изградената вътрешна електрическа мрежа може да се каже, че тя е в съответствие с действащата нормативна уредба в РБългария и точно НАРЕДБА №3/09.06.2004 г. за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии (издадена от министъра на енергетиката и енергийните ресурси, обн., ДВ, бр. 90/13.10.2004 г. и бр. 91/14.10.2004 г., в сила от 15.01.2005 г., изм. и доп., бр. 108/19.12.2007 г.

Реализирана е TN-S електрическа мрежа, която осигурява безопасност и сигурност в експлоатация.

Заземителна система и система за изравняване на потенциалите на токопроводимите части е присъединена към

главната заземителна клема (шина) с мощта на проводници за изравняване на потенциалите. Допълнителната система за изравняване на потенциалите свързва взаимно всички достъпни за едновременно допиране токопроводими части на стационарното електрообзавеждане и не принадлежащите (чуждите) на уредбата токопроводими части, включително достъпните за допир метални части на строителната конструкция на сградата, а така също проводниците.

REFERENCE

- [1] Ivanov Kr., C. Naumov. Current harmonic distortion in low voltage electrical power networks. Mejdunarodna nauchna konferencya. Visoki tehnologii. Biznes. Obshtestvo 2017, 13-16.03.2017, Borovetz, Bulgaria, vol I, pp. 141-144
- [2] Ivanov Kr., G. Velev, P. Yankov, E. Kartselin, N. Minekov. Parameters of current harmonic components in the industrial company. International Scientific Conference, Gabrovo, 2018, 16-17 November, Gabrovo, vol. I, pp. 98-104.
- [3] Canev C., S. Tzvetkova. Kachestvo na elektricheskata energiya. Izdatelstvo Avangard Prima, Sofiq, 2011.
- [4] Tzvetkova S., A. Petleshkov, G. Zhegov, V. Petrova. Study of the Electrical Energy Quality in Electrical Supply System Low Voltage. Proceedings of Technical University of Sofia, Vol. 66, Issue 1, 2016, pp. 145-153.
- [5] Spisanie Enerdji Revyu, Izdatelstvo TLL Media, broi 1, 2017.
- [6] Spisanie Enerdji Revyu, Izdatelstvo TLL Media, broi 4, 2011.
- [7] Dimitrov L., D. Koeva, D. Slavov. Analysis of the Variations of Electrical Quantities During the Operation of an Rope Electric Hoist. International scientific conference Gabrovo 2021, 19-20 November, Gabrovo, vol. I, pp. 25-30.
- [8] БДС EN 50160:2003. Karakteristiki na naprejenieto na elektricheskata energya, dostavyana ot obshtestvenite razpredelitelni sistemi.