

FRI-ONLINE-1-EEEE-08

LED INDUSTRIAL LIGHTING SYSTEMS AND THEIR INFLUENCE ON THE PARAMETERS OF THE ELECTRICAL NETWORK⁸

Assoc. Prof. Orlin Petrov, PhD

Department of Electrical Power Engineering,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Phone: +359 882 390 043
E-mail: opetrov@uni-ruse.bg

Mag. Eng. Ahmed Yasharov

Department of Electrical Power Engineering,
“Angel Kanchev” University of Ruse
E-mail: ayasharov@uni-ruse.bg

Mag. Eng. Bogdan Yordanov

Department of Electrical Power Engineering,
“Angel Kanchev” University of Ruse
E-mail: byordanov@uni-ruse.bg

Mag. Eng. Angel Musev

Department of Electrical Power Engineering,
“Angel Kanchev” University of Ruse
E-mail: amusev@uni-ruse.bg

***Abstract:** The study of the electrical parameters of the lighting systems has been carried out for actually operating industrial sites. These are typical production facilities in the field of food industry; the brewing industry and the processing industry. The lighting systems are made with different luminaires with corresponding power and number. The measurement of the parameters is performed with precise network energy analyzers and by appropriate equipment for them - current transformers, laptop, etc. necessary equipment. The measurements for the different products have been performed for a period between 2 and 6 months. The measuring intervals are set to 5 minutes. All requirements of the current standards for electricity quality (series of standards EN 61000) as well as the normative documents in this field are met. The obtained data are summarized and presented in the respective graphic and tabular form. Relevant conclusions are drawn.*

***Keywords:** LED, Harmonic pollution, LED drivers*

ВЪВЕДЕНИЕ

Навлизането на светодиодните осветители в индустриалните осветителни системи, води до подобряване на някои от параметрите (например по-дълъг живот, по-добра ефективност, възможност за управление и др.), но също така води и до влошаване на някои от електрическите параметри. Основно това са генерираните висши хармоници в електрическата мрежа (Bunjongjit S. et al, 2017), (Hristova M. et al, 2013), (Kyuchukov R. et al, 2008), (Majithia CA et al, 2011).

Изследването на различни видове осветители, може да подпомогне процеса по намиране на по-добри решения за изграждане на индустриални осветителни системи (Kyuchukov T., 2013).

Целта на работата е да се представи сравнително изследване на електрическите параметри на различни действащи индустриални осветителни уредби.

⁸ Докладът е представен на заседание на секция 3.1 на 29 октомври 2021 с оригинално заглавие LED INDUSTRIAL LIGHTING SYSTEMS AND THEIR INFLUENCE ON THE PARAMETERS OF THE ELECTRICAL NETWORK

ИЗЛОЖЕНИЕ

В докладът са представени резултатите от направено изследване на електрическите параметри на светодиодни осветителни уредби на индустриални помещения. Основно внимание е отделено на хармоничното замърсяване предизвикано от използването на електронни драйвери, захранващи светодиодните осветители.

Изследвани са осветителните уредби на три типа индустриални помещения от хранително вкусовата; пивоварната и металообработващата индустрии. Осветителните уредби са изпълнени с различни типове светодиодни осветителни тела, показани на фиг. 1, 2, 3. Осветителите са с мощност съответно 40, 48, 100 W (Petrov O. et al, 2019).



Фиг. 1. Индустриален LED осветител 40W



Фиг. 2. Индустриален LED осветител 48W



Фиг. 3. Индустриален LED осветител HighBay 100W

Изследвана е осветителната уредба на цех за обработка на метални изделия (Металообработваща индустрия). В металообработващият цех са разположени на тавана 12 индустриални LED осветителя от тип 1 (Фиг. 1).

Реализирани са следните светлотехнически параметри: $E_{ср} = 327 \text{ lx}$; $UGR = 11$; $g = 0.78$. Параметрите отговарят на изискванията на стандарта за вътрешно осветление БДС EN 12464 за сгради за металообработване (EN 12464-1:2016).

Изследвана е осветителната уредба на цех за производство на печени ядки (Хранително-вкусова индустрия). В цехът са разположени на тавана 30 индустриални LED осветителя от тип 2 (Фиг. 2).

Реализирани са следните светлотехнически параметри: $E_{ср} = 373 \text{ lx}$; $UGR = 18$; $g = 0.82$. Условието отговарят на изискванията на стандарта за вътрешно осветление БДС EN 12464 за помещения от хранително-вкусовата промишленост (EN 12464-1:2016).

Изследвана е осветителната уредба на цех за производство на бира (Пивоварна индустрия). В цехът са разположени на тавана 18 индустриални LED осветителя от тип 3 (Фиг. 3).

Реализирани са следните светлотехнически параметри: $E_{ср} = 329 \text{ lx}$; $UGR = 9$; $g = 0.75$. Условието отговарят на изискванията на стандарта за вътрешно осветление БДС EN 12464 за помещения за пивоварна индустрия (EN 12464-1:2016).

За провеждане на измерванията на електрическите параметри е използван мрежови анализатор модел Satec PM135EN (показан на фиг. 4). Анализаторът е с много добри технически параметри и много добра точност на измерването. Има възможност данните от анализатора да бъдат записвани на лаптоп или външно устройство. За измерването на тока е използван токов трансформатор Chint ВН-0.66 30I, 30/5A. Захранващите мрежи на осветителните уреди са еднофазни.

Изследването е проведено с продължителност между 2 и 6 месеца в периода януари 2020 до юни 2020 г. Интервала на записване на данните е избран с продължителност 5 минути. Записвани са всички параметри на захранващата мрежа, включително и хармоничните замърсявания до 19 хармоник (IEEE Standard, 2010).

За целите на доклада са обработени данните само за хармониците и са представени в обобщен вид.

При измерванията са спазени изискванията на стандартите EN 61010-1, EN 61000 (EN 61000-3-2:2014), (EN 61010-1:2010/A1:2019).

След обработка на получените данни са изведени усреднени стойности на изследваните параметри и те са показани в обобщен вид, съответно в таблици 1, 2, 3.



Фиг. 4. Мрежов анализатор Satec PM135EH и токов трансформатор Chint BH-0.66 30I, 30/5A

Таблица 1.

Резултати от измерването на някои от електрическите параметри на цех за производство на печени ядки

Хармоник, Y	Y _I , % min	Y _I , % max	Y _I , % average
1	100	100	100
3	11,67	15,50	13,55
5	0,21	3,22	1,61
7	7,42	13,53	10,79
9	4,97	10,27	7,69
11	0,49	5,07	2,59
13	0,20	2,49	0,99
15	0,40	3,08	1,75
17	0,20	3,03	1,18
19	0,21	3,36	1,61

Таблица 2.

Резултати от измерването на някои от електрическите параметри
на цех за производство на бира

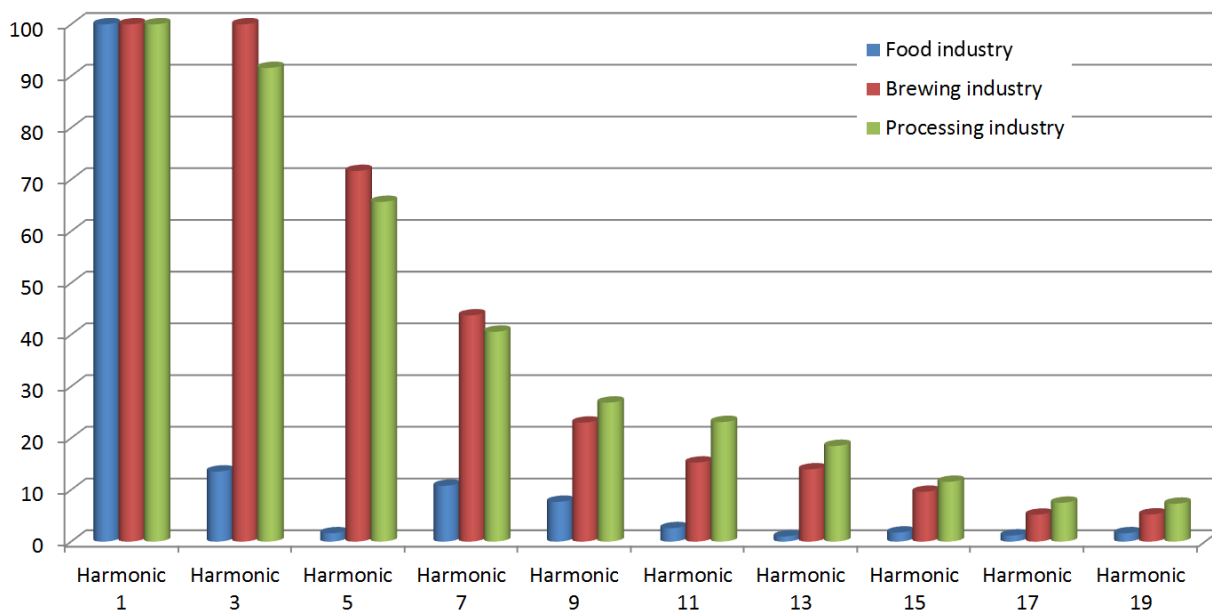
Хармоник, Y	Y _I , % min	Y _I , % max	Y _I , % average
1	100	100	100
3	90,34	115,55	100,91
5	58,47	80,62	71,66
7	32,21	53,31	43,73
9	13,81	38,25	23,00
11	5,00	34,12	15,28
13	6,92	26,62	13,97
15	4,09	19,14	9,62
17	2,10	11,65	5,20
19	2,34	14,05	5,25

Таблица 3.

Резултати от измерването на някои от електрическите параметри
на цех за металообработка

Хармоник, Y	Y _I , % min	Y _I , % max	Y _I , % average
1	100	100	100
3	81,38	99,63	91,56
5	53,91	74,96	65,67
7	32,35	47,78	40,58
9	15,33	32,65	26,87
11	13,38	31,76	23,12
13	11,24	23,50	18,50
15	5,26	16,62	11,56
17	3,20	13,21	7,51
19	3,49	13,23	7,32

На фиг. 5 са показани графичните зависимости на изследваните параметри, показваща хармоничните замърсявания на тока, генерирани от изследваните осветителни уредби.



Фиг. 5. Графична зависимост на изследваните параметри, показваща хармоничните замърсявания на тока, генерирани от осветителните уредби

След анализ на получените данни се вижда, че при различните видове осветители (осветителни уредби) се получават силно различаващи се стойности. Това се дължи основно на качествата на използвания драйвер. За трите случая се вижда, че стойностите от 11 хармоник нагоре са много малки и на практика могат да се пренебрегнат (Petrova P., 2017), (Verderber RR et al, 1993).

При осветителят, използван във хранително-вкусовата индустрия се наблюдава влиянието само на 3, 7 и 9 хармоник, като даже и те са със приемливи стойности.

За другите два случая – пивоварната и другата индустрия, влиянието на хармониците е от 3 до 11. Прави впечатление също и много високите стойности на 3 и 5 хармоник, които са съизмерими със основната стойност на 1 хармоник. Това предполага сериозни смущения по захранващата линия и повишен разход на електрическа енергия.

Всичко това може да бъде обяснено с приложението на различни осветители от различни производители. Качествата на използвания драйвер неминуемо оказват влияние на параметрите на осветителя. За целите на това изследване не са отчитани на светлотехническите параметри, като пулсации на светлината, фликер ефект и други. Предполага се, че при влошени параметри на драйвера, това ще окаже влияние и на някои от светлотехническите параметри.

Предмет на бъдещи изследвания на нашия екип е изследване на различни типове драйвери и тяхното въздействие върху параметрите на електрическата мрежа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направено е изследване на електрическите параметри, в частност на хармоничното замърсяване, на различни реални светодиодни осветителни уредби в хранителната, пивоварната и металообработващата индустрии.

Изследвани са осветители, различни по тип и мощност 40, 48, 100 W на различни производители.

Всички електрически параметри на осветителните уредби са измервани и записвани с помощта на прецизен мрежови анализатор и токови трансформатори с много добър клас на точност.

Установено е, че основния проблем при измерените параметри са генерираните хармонични

замърсявания по ток, основно при 3, 5, 7 и 9 хармоник. От представените данни се вижда, че влиянието на хармониците след 11 натаък е незначително и може да се пренебрегне.

Измерените стойности на хармониците за някои от осветителните уредби, предизвикващи хармонични замърсявания, надвишават 50% (при изискване на стандарта до 10 %).

Направени са някои препоръки въз основа на измерените данни.

REFERENCES

Bunjongjit S., A. Ngaopitakkul and M. Leelajindakrairerk, "Analysis of harmonics in indoor Lighting System with LED and fluorescent luminaire," 2017 IEEE 3rd International Future Energy Electronics Conference and ECCE Asia (IFEEEC 2017 - ECCE Asia), 2017, pp. 2129-2132, doi: 10.1109/IFEEEC.2017.7992380.

EN 12464-1:2016. Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places.

EN 61000-3-2:2014. Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase).

EN 61010-1:2010/A1:2019. Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 1: General requirements.

Hristova M., V. Ruseva, D. Dimov. Comparative analysis of harmonic distortions from variable frequency induction motor drives,. The 4th International Symposium on Sustainable Development (ISSD2013) "ENERGY ISSUES AND SOLUTIONS" (1), Sarajevo, 2013, No MAC-1421.

IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, Or Unbalanced Conditions, IEEE Std, pp. 1459-2010, March 2010.

Kyuchukov R., T. Kyuchukov. Sustainable Lighting Solutions to Electrical Energy Consumption. Illumination Towards Multifunctional and Multiple Domestic Lighting Installations. IN: Proceedings Lighting Engineering 2008, BalkanLight 2008 Ljubljana, Slovenia, 2008, ISBN 978-961248-127-8.

Kyuchukov T., LED Industrial Luminaires. Proceedings of University of Ruse, Scientific conference, 2013.

Majithia CA, AV Desai, AK Panchal, Harmonic analysis of some light sources used for domestic lighting, Lighting Res. Technol. 2011; 43: pp. 371–380, DOI 10.1177/1477153510394597.

Petrov O., A. K. Musev and A. Y. Yasharov, "Harmonic pollutions generated by industrial lighting systems," 2019 Second Balkan Junior Conference on Lighting (Balkan Light Junior), 2019, pp. 1-3, doi: 10.1109/BLJ.2019.8883618.

Petrova P., Harmonics in electrical power grid, generated by Retrofit LED lamps, Proceedings of Student Scientific Session in University of Ruse – SNS`17, Ruse, University of Ruse, 2017, p. 9-13, ISSN 1311-3321.

Tzvetkova S., A. Petleshkov, Y. Lozanov and G. Dimov, "Harmonics of voltage and current in an electric power supply system for vertical cement mill," 2020 12th Electrical Engineering Faculty Conference (BulEF), 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/BulEF51036.2020.9326083.

Verderber RR, Morse OC, Alling WR. Harmonics from compact fluorescent lamps. IEEE Transactions on Industry Applications, 1993; 29: pp. 670–674.