

Измерване на излъчени смущения в захранващата мрежа от ZigBee система за събиране на данни

Иво ДОЧЕВ* и Камен ВЪЛКОВ*

* Технически университет – София, София 1797, България, бул. “Кл. Охридски” No. 8, Бл. 1 E-mail: idochev@tu-sofia.bg , valkov.k@gmail.com

***Резюме.** Zigbee системите намират все по-голямо приложение и популярност в домашната автоматизация и медицината, където управляват и събират статистически данни за важни процеси и величини. В много от случаите Zigbee системи оперират в обща среда заедно с други ел. устройства и са свързани индиректно с тях чрез общата електрическа преносна мрежа. Настоящият доклад описва процедурата, опитната постановка и резултатите от измерването на излъчените смущения, разпространявани в захранващата мрежа от ZigBee система за събиране на данни. Направено е сравнение на резултатите, получени в лаборатория „Измервания в комуникациите“ към Технически университет – София и лаборатория „Електромагнитна съвместимост“ към Български институт по метрология.*

Measurement of radiated disturbances in the power network of ZigBee data acquisition system (Ivo Dochev, Kamen Valkov).

Zigbee systems are constantly increasing their popularity in home automation and medical applications, where they are used for control of important processes and monitoring of statistical values. Often such Zigbee systems are operating common ambient, together with many others electronic devices, to which the Zigbee nodes are indirectly connected via mains network. This report describes the procedure experimental design and measurement results of radiated distributed in the supply network of ZigBee data acquisition system. A comparison of the results obtained at the laboratory "Measurement of communication laboratory "Electromagnetic compatibility" to Technical University - Sofia and laboratory "Electromagnetic compatibility" to Bulgarian Institute of Metrology.

Увод

Един от аспектите на електромагнитната съвместимост е определянето на излъчените смущения от изпитваното устройство. Измерването на излъчените смущения, разпространявани в три-проводна захранваща мрежа, се извършва последователно във фазовия проводник (L) и нулевия проводник (N) с помощта на еквивалент на мрежа (LISN) и измервателен приемник, съгласно БДС EN 55016-2-1 [1].

Настоящият доклад описва процедурата, опитната постановка и резултатите от измерването на излъчените смущения, разпространявани в захранващата мрежа от ZigBee система за събиране на данни. Направено е сравнение на резултатите, получени в Технически университет – София и лаборатория „Електромагнитна съвместимост“ към Български институт по

метрология.

Изпитвателна постановка

В електрическите вериги на електронните устройства протичат електрически токове. Това е предпоставка тези вериги да са източници на смущения, както в захранващите модули, така и в околното пространство. Тези смущения могат да повлияят на нормалната работа на други, намиращи се в близост, устройства. Ето защо те трябва да бъдат измерени, за да се определи дали са в рамките на определени норми. Измерването на излъчени смущения от електронни устройства в захранващата мрежа се препоръчва да бъде извършено в екранирано помещение. По този начин се елиминират всички смущения от околното пространство, които биха се появили в получените резултати от проведените измервания.

На фиг. 1 и фиг. 2 е показана изпитвателната

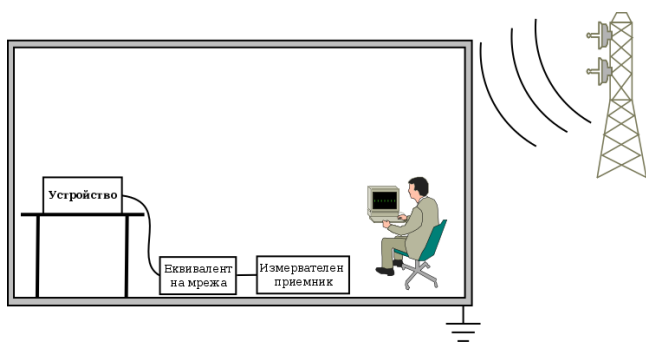
постановка на лаборатория „Електромагнитна съвместимост“ към Български институт по метрология. Тя съдържа: екранирано помещение, изпитвано устройство (ZigBee система за събиране на данни), еквивалент на мрежа, измервателен приемник [2, 3, 4].

На фиг. 3 и фиг. 4 е показана изпитвателната постановка на лаборатория „Измервания в комуникациите“ към Технически университет - София. Тя съдържа: изпитвано устройство (ZigBee система за събиране на данни), еквивалент на мрежа, спектрален анализатор. ZigBee система за събиране на данни е изградена от многофункционална развойна система “Rospberry P1 2011.12” и ZigBee модули “Aurer Wireless 2.4GHz”.

Основната разлика между двете опитни постановки се състои в неизползването на екранирано помещение в лаборатория „Измервания в комуникациите“. Друга разлика е използването на спектрален анализатор в лаборатория „Измерване в комуникациите“ вместо измервателен приемник. Това е предпоставка и за различни настройки на измервателните уреди.



Фиг.2. Изпитвателна постановка в лаборатория „Електромагнитна съвместимост“.



Фиг.1. Изпитвателна постановка в лаборатория „Електромагнитна съвместимост“.



Фиг.3. Изпитвателна постановка в лаборатория „Измервания в комуникациите“.

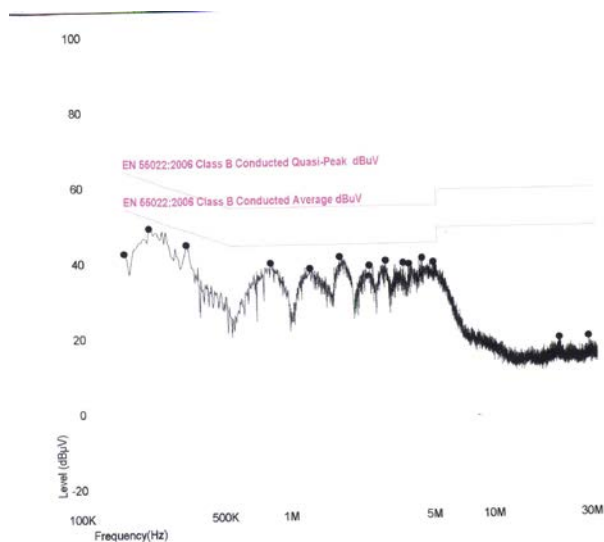


Фиг.4. Изпитвателна постановка в лаборатория „Измервания в комуникациите“.

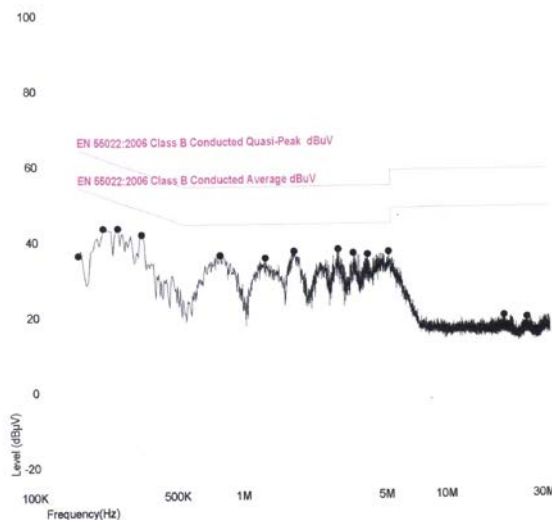
Резултати

На фигури 5 и 6 са показани получените резултати от измерването на излъчени смущения в захранващата мрежа във фазовия и нулевият проводник от ZigBee система за събиране на данни, проведени в лаборатория „Електромагнитна съвместимост“. На измервателния приемник са зададени следните параметри: честотен обхват от 150 kHz до 30 MHz, пропускана честотна лента 9 kHz, върхов измервателен детектор, продължителност на измерване на една честота 21 mS,

На фигури 7 и 8 са показани получените резултати от измерването на излъчени смущения в захранващата мрежа във във фазовия и нулевият проводник от ZigBee система за събиране на данни, проведени в лаборатория „Измервания в комуникациите“. На спектралния анализатор са зададени следните параметри: честотен обхват от 150 kHz до 30 MHz, пропускана честотна лента 10 kHz, върхов измервателен детектор. Поради невъзможност за задаване на спектралния анализатор време на измерване на определена честота е зададено графът да изписва максималните стойности на измерени излъчени смущения, по време на сканирането на зададения честотен обхват (Max Hold)



Фиг.5. Измерени излъчени смущения във фазовия проводник (L) в лаборатория „Електромагнитна съвместимост“.

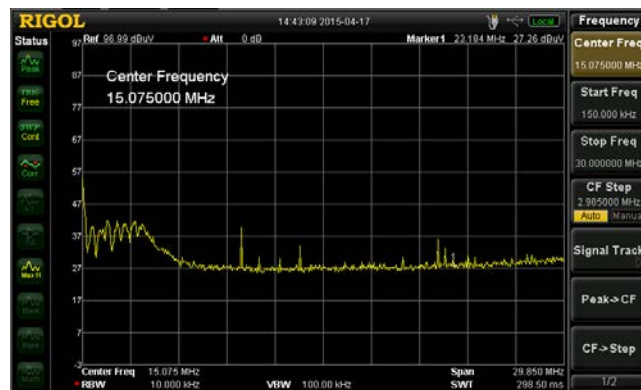


Фиг.6. Измерени излъчени смущения в нулевият проводник (N) в лаборатория „Електромагнитна съвместимост“.

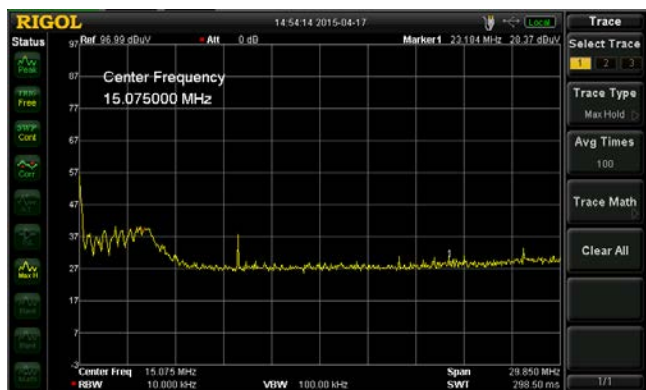
В таблица 1 е извършен сравнителен анализ на получените резултати от двете лаборатории при измерване на излъчени смущения в захранващата мрежа във фазовият проводник (L), от ZigBee система за събиране на данни. Изчислена е разликата (Δ) между получените стойности за определени честоти.

$$(1) \quad \Delta = U_{EMC} - U_{ИК},$$

където U_{EMC} е излъчените смущения измерени в лаборатория „Електромагнитна съвместимост“, а $U_{ИК}$ е излъчените смущения измерени в лаборатория „Измервания в комуникациите“.



Фиг.7. Измерени излъчени смущения във фазовия проводник (L) в лаборатория „Измервания в комуникациите“.



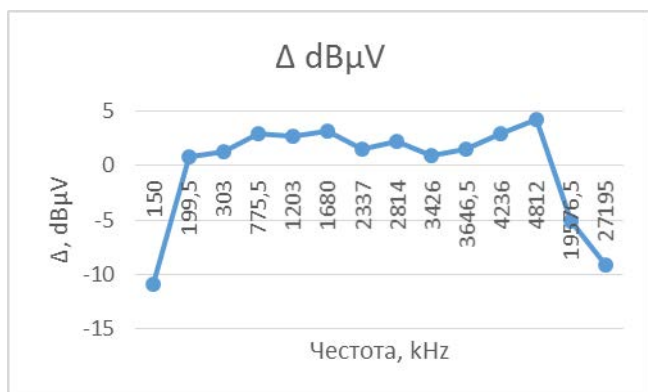
Фиг.8. Измерени излъчени смущения в нулевият проводник (N) в лаборатория „Измервания в комуникациите“.

Таблица 1

Сравнителен анализ на излъчените смущения във фазовия проводник (L).

Честота kHz	Ниво EMC dBμV	Ниво ИК dBμV	Δ dBμV
150,0	44,4	55,3	-10,9
199,5	51,0	50,2	0,8
303,0	46,4	45,1	1,3
775,5	41,3	38,4	2,9
1203,0	39,8	37,1	2,7
1680,0	42,7	39,5	3,2
2337,0	40,3	38,8	1,5
2814,0	41,5	39,3	2,2
3426,0	40,9	40,0	0,9
3646,5	40,6	39,1	1,5
4236,0	42,1	39,2	2,9
4812,0	41,0	36,8	4,2
19576,5	20,4	25,5	-5,1
27195,0	20,7	29,8	-9,1

На фигура 9 е представена графично разликата между двете измервания във фазовия проводник (L).



Фиг.9. Графично представяне на разликата между двете измервания във фазовия проводник (L).

В таблица 2 е извършен сравнителен анализ на получените резултати от двете лаборатории при измерване на излъчени смущения в захранващата мрежа в нулевият проводник (N), от ZigBee система за събиране на данни. Изчислена е разликата (Δ) между получените стойности за определени честоти.

Таблица 2

Сравнителен анализ на излъчените смущения в нулевия проводник (N).

Честота kHz	Ниво EMC dBμV	Ниво ИК dBμV	Δ dBμV
150,0	38,2	55,6	-17,4
199,5	45,3	49,9	-4,6
235,5	45,3	47,5	-2,2
307,5	43,6	44,2	-0,6
739,5	37,9	39,0	-1,1
1225,5	37,1	38,4	-1,3
1698,0	38,8	41,8	-3
2782,5	39,3	41,5	-2,2
3295,5	38,3	40,9	-2,6
3876,0	37,9	39,9	-2
4897,5	38,6	33,8	4,8
17902,5	21,3	27,6	-6,3
23158,5	20,8	28,8	-8

На фигура 9 е представена графично разликата между двете измервания във фазовия проводник (L).

Заклучение

Настоящият доклад описва процедурата, опитната постановка и резултатите от измерването на излъчените смущения, разпространявани в захранващата мрежа от ZigBee система за събиране на данни. Направено е сравнение на резултатите, получени в лаборатория „Измервания в комуникациите“ към Технически университет – София и лаборатория „Електромагнитна съвместимост“ към Български институт по метрология.



Фиг.10. Графично представяне на разликата между двете измервания на смущения в нулевия проводник (N).

Получената разлика между двете измервания се дължи на разликата в опитната постановка, а именно (лаб. EMC / лаб. ИК):

- Използване на екранирано помещение / липса на екранирано помещение;
- Използване на измервателен приемник / използване на спектрален анализатор;
- Пропускана честотна лента 9 kHz / 10 kHz;
- Продължителност на измерване на една честота 21 mS / не е дефинирано.

Също така за поява на разлика между двете измервания оказва влияние и неопределеността на измерването на различните опитни постановки.

От получените резултати може да се заключи, че опитната постановка в лаборатория „Измервания в комуникациите“ към Технически университет – София може да се използва за предварително тестово изпитване на излъчени смущения в захранващата мрежа.

Участие в проекти

Научноизследователски проект в помощ на докторанти (сесия 2015 г. втори етап)
№ 142пд0054-07.

Благодарности

Авторският колектив изказва благодарности на лаборатория „Електромагнитна съвместимост“ към български институт по метрология, за предоставената възможност и указаното съдействие при провеждане на измерванията.

ЛИТЕРАТУРА

[1] БДС EN 55016-2-1: Технически изисквания за уредите и методите за измерване на радиочестотни смущаващи въздействия и на устойчивост. Част 2-1: Методи за измерване на радиочестотни смущаващи въздействия и на устойчивост. Измерване на кондуктивни смущаващи въздействия (CISPR 16-2-1:2014).

[2] БДС EN 55016-1-2:2015: Технически изисквания за уредите и методите за измерване на радиочестотни смущаващи въздействия и на устойчивост. Част 1-2: Уреди за измерване на радиочестотни смущаващи въздействия и на устойчивост. Спомагателни устройства. Кондуктивни смущения (CISPR 16-1-2:2014).

[3] БДС EN 55016-1-1:2010/A2:2015: Технически изисквания за уредите и методите за измерване на радиочестотни смущаващи въздействия и на устойчивост. Част 1-1: Уреди за измерване на радиочестотни смущаващи въздействия и на устойчивост. Уреди за измерване (CISPR 16-1-1:2010/A2:2014)

[4] Marcelo Lobo Heldwein, Member, IEEE, Jürgen Biela, Member, IEEE, Hans Ertl, Member, IEEE, Thomas Nussbaumer, Member, IEEE, and Johann W. Kolar, Senior Member, IEEE Novel Three-Phase CM/DM Conducted Emission Separator, IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, VOL. 56, NO. 9, SEPTEMBER 2009.

[5] "ZigBee specification", ZigBee Alliance, <http://www.zigbee.org/Specifications.aspx>

[6] Application note "ZigBee - Automated Compliance Test Solution" <http://www.seasolve.com>

Доц. д-р инж. Иво Н. Дочев – Технически университет – София, Маг. инж. специалност „Електроника и Автоматика“ (1996 г.), Доктор (2009 г.), Доцент (2011 г.), катедра „Радиокомуникации и видеотехнологии“, факултет по телекомуникации, ТУ-София. Научни интереси: Електромагнитна съвместимост.

тел.: +359 2 965 21 46 e-mail:idochev@tu-sofia.bg.

докторант инж. маг. Камен В. Вълков Технически университет – София, Маг. инж. специалност „Телекомуникации“ (2012 г.), Докторант (2013 г.), катедра „Радиокомуникации и видеотехнологии“, факултет по телекомуникации, ТУ-София. Научни интереси: Електромагнитна съвместимост.

тел.: +359 2 965 21 46 e-mail: valkov.k@gmail.com