

A METHODOLOGY FOR EVALUATION OF THE RADIATION PATTERN AND THE CHARACTERISTICS OF DIFFERENT TYPES OF ANTENNAS USING A SPECIALIZED PLATFORM

МЕТОДИКА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ ДИАГРАМАТА НА НАСОЧЕНОСТ И ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА РАЗЛИЧНИ ПО ТИП АНТЕНИ ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА СПЕЦИАЛИЗИРАНА ПЛАТФОРМА

Svilen Borisov, Georgi Hristov, Plamen Zahariev

Department of Telecommunications, University of Ruse "Angel Kanchev",
8 Studentska str., 7017 Ruse, Bulgaria phone: +359 082 888 817,
e-mail: {sborisov, ghristov, pzahariev}@uni-ruse.bg

Свилен Борисов, Георги Христов, Пламен Захариев

Катедра „Телекомуникации“, Русенски университет „Ангел Кънчев“,
ул. „Студентска“ №8, 7017 Русе, България, тел.: +359 082 888 817,
e-mail: {sborisov, ghristov, pzahariev}@uni-ruse.bg

Keywords: radiation pattern, antennas, wireless communications platform

Резюме – В статията е представена специализирана лабораторна платформа, която позволява да се провеждат изследвания на различни по тип антени и възможност за анализ на техните характеристики и параметри. Лабораторната платформа е съставена от радиочестотен спектрален анализатор с вграден сигнал генератор, персонален компютър със специализиран софтуер за управление и снемане на диаграмите на насоченост на различните видове антени, стационарен предавателен модул и моторизиран, въртящ се на 360 градуса приеман модул с възможност за монтиране на различни по тип антени. С цел адекватното тестване на монополните и диполните антени и провеждане на съответния анализ на техните параметри, в рамките на изследванията в тази статия, е представена методика за провеждане на серия от експериментални опити, резултатите от които са представени графично. Изследването на антените е проведено в лабораторна среда и включва три експеримента за всеки тип антена, което предоставя различна степен на точност при получаване на диаграмите им на насоченост. Представената лабораторна платформа и методиката за изследване на параметрите и характеристиките на антените са подходящи за изследване не само на монополни и диполни антени, но и на други типове, като спирални антени, микролентови антени, телескопични и параболични антени и др.

Abstract – This paper presents a specialized laboratory platform that allows the studying and the evaluation of various types of antennas and provides the possibility for analysis of their characteristics and parameters. This laboratory platform consists of a radio frequency spectrum analyser with an embedded signal generator, a personal computer with specialized software for management and capturing of the radiation patterns of the different types of antennas, a stationary transmitter module and a motorized receiver module that can rotate at 360 degrees and allows the mounting of different antennas. In order to adequately test the monopole and the dipole antennas and the conduction of the corresponding analyses of their parameters, within the studies presented in this paper, a methodology for the conduction of several series of practical experimental is presented and the results of these experiments are provided. The studies of the antennas were

conducted in laboratory conditions and include three sets of experiments for each antenna type and provide their radiation patterns with different level of accuracy. The presented laboratory platform and the methodology for the analysis of the parameters and the characteristics of the antennas are suitable for studies and experiments not only with monopole and dipole antennas, but also with other types of antennas such as the spiral antennas, the micro-strip and the patch antennas, the telescopic and the parabolic antennas, etc.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Антените са изключително важна и неразделна част от всяка една безжична комуникационна система [1, 2, 3]. Те се срещат в разнообразни размери и форми, изградени са от специфични материали и се характеризират с различни особености, което прави някои от тях изключително подходящи за интегриране в преносими устройства, докато други могат да се използват само за предаване на данни на големи разстояния и между неподвижни обекти [4, 5]. Адекватните методи за анализ на параметрите и особеностите на антените позволяват именно това разграничаване между отделните техни типове, както и възможността за дефиниране на най-подходящата област за използването им.

2. АРХИТЕКТУРА И ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СПЕЦИАЛИЗИРАНА ПЛАТФОРМА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ ПАРАМЕТРИТЕ НА АНТЕНИТЕ.

Специализираната лабораторна платформа за изследване характеристиките и параметрите на антените, която ще бъде разгледана в рамките на тази статия се състои от радиочестотен спектрален анализатор с вграден сигнален генератор, двойка радиоприемник с радиопредавател и работна станция с инсталиран специализиран софтуер за снемане на характеристиките включително диаграмата на насоченост на антените. На Фиг. 1. е представена архитектурата и схемата на свързване на устройствата, изграждащи платформата.



Фиг. 1. Архитектура на лабораторната платформа

2.1. Компютър със специализиран софтуер RadPat (radiation pattern)

Основна част от представената на Фиг. 1 платформа е работната станция, която служи за първоначална настройка на апаратурата и визуализация на резултатите от проведените изследвания. Работната станция всъщност представлява компютърна система с инсталиран специализиран софтуер, който се използва за управление на устройствата от платформата [8]. Посредством този софтуерен продукт се задават параметрите за сигнала, който ще бъде предаден през приемо-предавателният модул и резолюцията (в градуси), през която ще се снимат данните за изследваната антена. Програмният продукт изпраща въведените настройки към съвместимия с него радиочестотен спектрален анализатор и сигнала се формира посредством вградения в устройството сигнал генератор. Обратната връзка между спектралния анализатор и работната станция се използва за получаване на данните за силата на получения сигнал за всяка от итерациите през зададената стъпка и данните се визуализират на екрана в реално време. След приключване на изследването за всяка антена, има възможност получената диаграма на насоченост да бъде нормализирана, а данните от измерванията да бъдат експортирани във файл, удобен за обработка от други програмни продукти.

2.2. Радиочестотен спектрален анализатор

Втория важен компонент на платформата представлява радиочестотният спектрален анализатор. За нуждите на това изследване се използва N9912A FieldFox Handheld RF анализатор [7], който се управлява дистанционно от работната станция посредством виртуален интерфейс и VISA протокол за управление. След получаване на настройките за експеримента от работната станция, на изхода на вградения в анализатора сигнал генератор се формира сигнала, необходим за снимане на диаграмата на насоченост, който се предава посредством приемо-предавателната част на платформата и се получава обратно на входа на анализатора. При всяка итерация анализатора сравнява получените и изпратените стойности и изчислява затихването при разпространението на сигнала.

2.3. Предавателна и приемна част

Приемо-предавателната част на платформата е съставена от два модула, характеристиките на които са показани в таблица 1. Предавателния модул представлява масивен стенд със SMA конектор (прав и Г-образен), подходящ за изследването на различни типове антени, като антената, която се използва за предаване на сигналите е стационарна. Приемния модул на платформата е моторизиран и се използва за прихващане на сигнала и предаването му към спектралния анализатор за обработка, като този процес се повтаря след завъртане на антената през определена предварително стъпка. Приемният модул е свързан към работната станция посредством USB интерфейс, като тази връзка се използва за предаване на информацията за текущата позиция (в градуси) на изследваната антена. Данните от само измерване на силата на

сигнала се предават в реално време за всяка позиция на антената директно от спектралният анализатор през VISA интерфейса.

ТАБЛИЦА 1. ТЕХНИЧЕСКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРИЕМО-ПРЕДАВАТЕЛНА ЧАСТ

Техническа спецификация на приемно-предавателната част на платформата				
Приемна част	Мин.	Средно	Макс.	Величина
Входно напрежение	4,5	5	5,5	V
Входен ток	0,5	0,75	1	A
Ротация на приемна част	Мин.	Средно	Макс.	Величина
Променлива големина на стъпката	1	10	30	градуса/сек
Обхват на ротация	0		359	градуса
Предавателен модул	Мин.	Средно	Макс.	Величина
Мощност на предаване	-25		6	dBm
Точност на амплитудата			± 1	dB

3.МЕТОДИКА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ ПАРАМЕТРИТЕ НА АНТЕНИТЕ

Чрез настоящата статия се цели не само да се представи специализираната лабораторна платформа, а и да се дефинира методика, чрез която да се позволи коректно да се проведат изследвания на различни по тип антени с възможност за анализ на техните характеристики и параметри. Методиката се състои от някои основни стъпки, които предоставят възможността за пълноценно изследване на различни типове антени (Фиг. 2).

Първата от тези стъпки включва стартирането и захранването на всички модули и компоненти на опитната платформа. След стартиране на спектралния анализатор се включва управляващият софтуер на работната станция, който служи за проверка на връзката до всички компоненти и за конфигуриране на настройките, необходими за текущото измерване. Основните параметри за всеки експеримент са честотен диапазон, изследваната честота, стъпка на завъртане на антената и референтни стойности за измерванията. Времето за провеждане на всеки експеримент зависи от избраната резолюция до пълното завъртане на 360 градуса. При положение че референтната стойност не е конфигурирана правилно, софтуерният продукт позволява нормализиране на данните за измерванията. За по-висока точност на експеримента е удачно да се намали стойността за градусите на завъртане на изследваната антена, което ще доведе и до увеличаване на броя на измерванията.

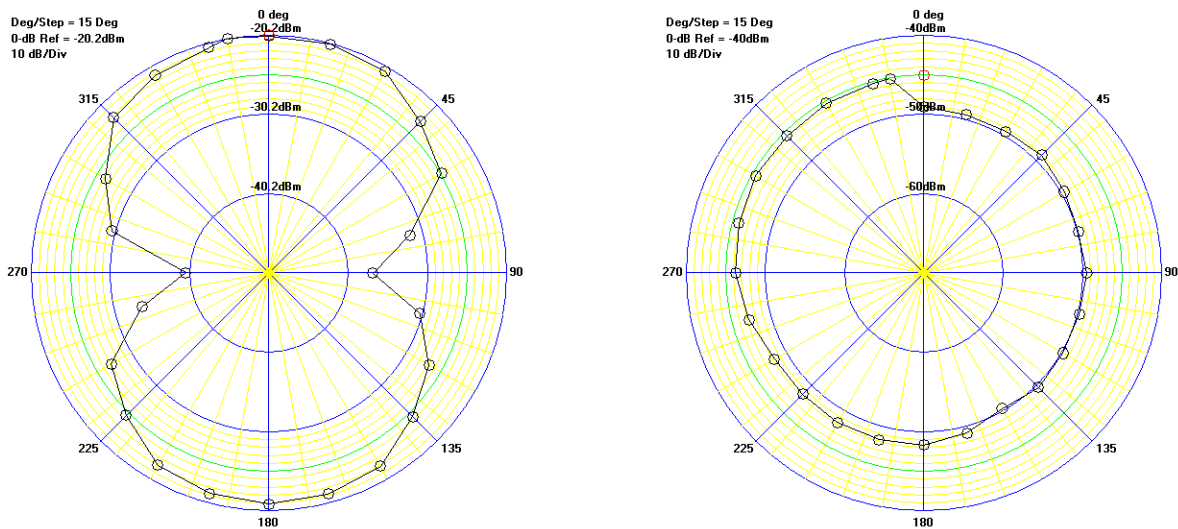


Фиг. 2. Алгоритъм за провеждане на изследванията

4. ИЗСЛЕДВАНЕ ПАРАМЕТРИТЕ НА МОНОПОЛНА И ДИПОЛНА АНТЕНА ПОСРЕДСТВОМ ЛАБОРАТОРНАТА ПЛАТФОРМА

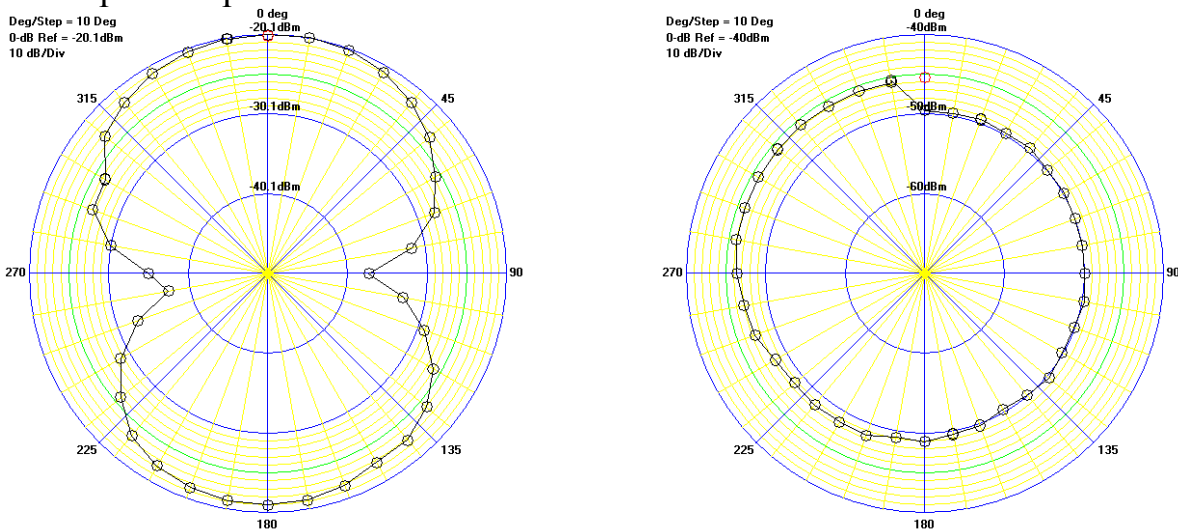
С цел демонстрация на функционалността на представената платформа са проведени три серии от експерименти с диполна и монополна антена.

При първия експеримент се използва диполна антена за предаване на сигнали с честота от 433 MHz и монополната антена на 915 MHz, като и двете антени се изследват при стъпка на завъртане от 15 градуса. От резултатите от проведеното изследване (Фиг. 3), ясно се забелязват максимумите на диаграмата на насоченост за диполната антена и кръговата диаграма на насоченост, която е характерна за монополните антени [5, 6].



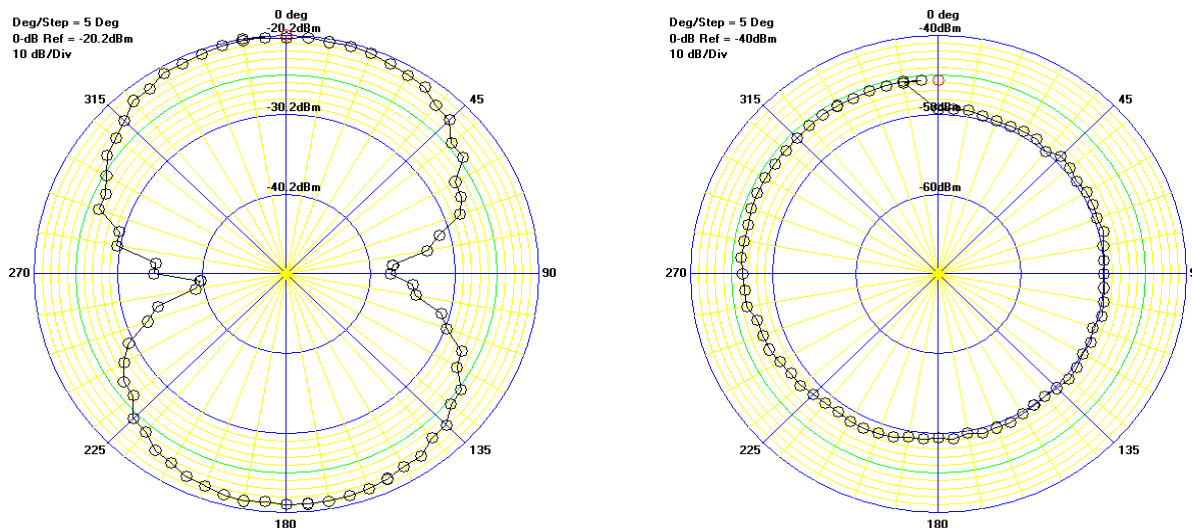
Фиг. 3. Изследване на 433 MHz диполна антена и 915 MHz монополна антена при 15° стъпка

За провеждането на вторият и третият експеримент се използват същите антени, но съответно стъпката на тяхното завъртане е 10 и 15 градуса. От резултатите от експериментите (Фиг. 4 и Фиг. 5) става ясно, че колкото по-малка е стъпката на завъртане на антените, толкова по-прецизна става получената диаграма, но това повишава и вероятността за възникване на грешки при измерванията.



Фиг. 4. Изследване на 433 MHz диполна антена и 915 MHz монополна антена при 10° стъпка

При експериментите е установено, че сериозно негативно влияние указват източниците на осветление (в частност дроселите на луминесцентното осветление), които са сериозен източник на смущения. Всички представени диаграми на насоченост на антените са с нормализирани скали с цел техния полесен анализ.



Фиг. 5. Изследване на 433 MHz диполна антена и 915 MHz монополна антена при 5° стъпка

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамките на статията е представена и проучена възможността за използване на специализирана платформа за изследване на различни по тип антени. Разработена и представена е методика за правилно провеждане на експерименти чрез лабораторната платформа и са представени резултатите от проведените изследвания с диполна и монополна антена.

6. ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] С. Balanis, "Antenna Theory", John Wiley & Sons, 1997
- [2] J. D. Kraus and R. J. Marhefka, "Antennas for all Applications", McGraw-Hill, 2002
- [3] Cisco Systems Inc., White Paper, "Antenna Patterns and Their Meaning", USA, 2007, достъпна на адрес: http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-antennas-accessories/prod_white_paper0900aecd806a1a3e.html
- [4] J. H. Reiser, "Understanding and Using Antenna Radiation Patterns", Astron Wireless Technologies Inc., достъпна на адрес: <http://www.astronwireless.com/topic-archives-antenna-radiation-patterns.asp>
- [5] С.А. Balanis, "Antenna Theory: Analysis and Design", 3rd ed. Wiley Interscience, 2005.
- [6] I. Chen, C. Wang, H. Guan, C. Jou, "Studies of Suppression of the Reflected Wave and Beam-Scanning Features of the Antenna Arrays", IEEE Transactions on antennas and propagation, Vol. 53, No. 7, July 2005
- [7] Ръководство за работа с Keysight N9912A FieldFox Handheld RF анализатор, достъпно на адрес: <http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/N9912-90001.pdf?id=1508933>
- [8] Специализиран софтуер RadPat, достъпен на адрес: www.radpat.com