

ПРАКТИЧЕСКО ПРИЛОЖЕНИЕ НА МОДИФИЦИРАНА J-POLE АНТЕНА

PRACTICAL APPLICATION OF MODYFYED J-POLE ANTENNA

Климент Ангелов

Технически университет - София

Abstract

The typical J-Pole antenna is a handy solution in case of low cost and/or amateur communication systems in the VHF band. However, in the low-frequency part of the VHF band its dimensions are significant and impractical. A solution can be made with decreasing the length of the dipole and the J-section and use a different matching of the antenna. This will affect the radiation pattern, the gain, front to back ratio etc. In this article a study of potential usage of the modified J-Pole antenna in practice has been made.

Keywords: J-Pole antenna; Radiation pattern; Gain.

ВЪВЕДЕНИЕ

Класическата J-Pole антена се отличава със своята простота в конструктивно отношение, която обуславя и ниската и себестойност [1]. С нея се постига добро теснолентово съгласуване и равномерна диаграма на насочено действие (ДНД) в хоризонтална равнина. Не е за пренебрегване и нейната устойчивост спрямо атмосферни смущения, поради наличието на директна галванична връзка между дипола и активния край на захранващия коаксиален кабел от една страна с монтажната мачта от друга, а оттам и с заземление.

В нискочестотната част на VHF обхваща размерите на подобна антена са значителни и ограничават нейната употреба в комуникационни системи за радиовръзки, като мобилната радиослужба и др. Например за честота 50 MHz общата и дължина би била ~4 m [2]. Подобни размери правят антената както по-трудно технологично изпълнима, така и неустойчива на механични влияния като вятър и др. За намаляване на този размер би могло да се редуцира дължината на дипола и на J-коляното, като при това е необходимо да се намери нова оптимална точка на захранване и съгласуване на антената.

Намаляването на електрическата дължина на елементите на J-Pole антената би довело до промяна на ДНД във вертикална посока. Имайки предвид естеството на радиовръзките при посочените системи, разширяване на диаграмата в Е-равнина е нецелесъобразно.

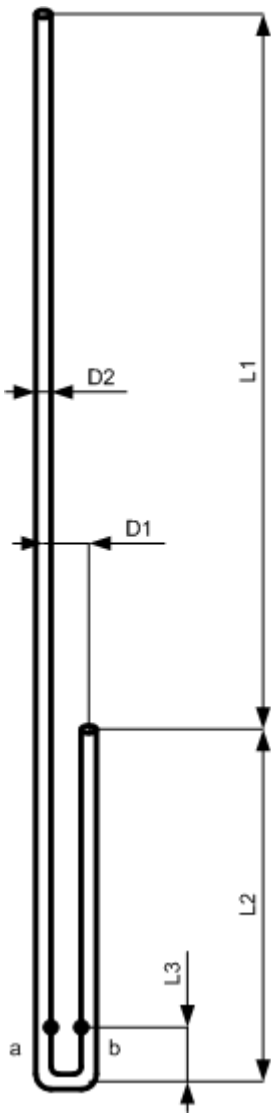
В настоящата статия е направено изследване на изменението на ДНД на конкретна модифицирана по дължина конструкция на J-Pole антена с оглед на възможността и за внедряване в реални комуникационни системи.

ИЗЛОЖЕНИЕ

На фиг. 1 е показан общ вид на класическа J-Pole антена с означени размери на основните и елементи. Основните зависимости за определяне на тези дължини на елементите са поместени в таблица №1.

Таблица №1

	Класическа J-Pole антена	Модифицирана J-Pole антена
L1	0,472.λ	0,236.λ
L2	0,232.λ	0,163.λ
L3	0,024.λ	0,107.λ
D1	120 mm	120 mm
D2	10 mm	10 mm
C	-	- j 150 Ω



Фиг. 1. Класическа J-Pole антена

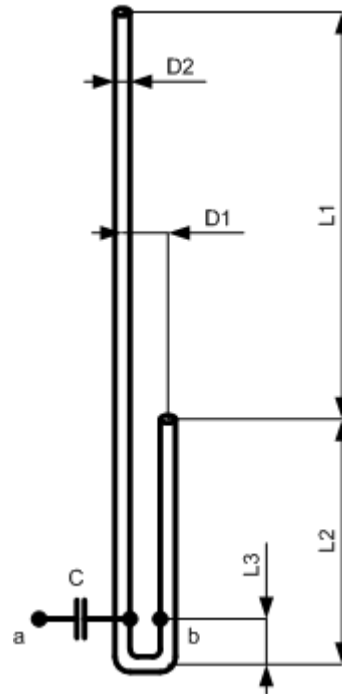
Размерът **D2** е избран от технологични съображения с оглед физическата реализация на антената от плътен алуминиев материал със кръгло сечение $\Phi 10$. При избора на **D1** се отчита зависимостта [3][4]:

$$Z_0 = \frac{276}{\sqrt{\epsilon_r}} \lg \frac{2 \cdot D1}{D2}, \quad (1)$$

която изразява характеристикното съпротивление на симетричната линия, образуваща се в J-коляното. Конкретни стойности за **D1** и **D2** при зададено $Z_0 \approx 380\Omega$ и въздух в качеството на диелектрик ($\epsilon_r = 1$) са поместени в таблица №1.

Идеята за намаляване на физическите размери на J-Pole антена е разглеждана и в други публикации на колективи с участието

на автора на настоящата статия [5]. На фиг. 2 е показан общ вид на предлагана конкретна модификация на J-Pole антена, като в таблица №1 са поместени зависимости за основните линейни размери на елементите и.



Фиг. 2. Модифицирана J-Pole антена

Капацитивният елемент **C** е поставен за да компенсира индуктивния характер на входния импеданс на антената след скъсяването на дипола и на J-коляното и намирането на ново място на фидерната връзка, която да отговаря на оптимално трансформиране на активната съставка на импеданса в точката на захранване. Отразената в таблица №1 стойност за реактивното съпротивление на **C** осигурява съгласуване в точките **a** и **b** към стандартен фидер с вълново съпротивление 50Ω . Този капацитивен елемент може да се реализира като къса отворена коаксиална съгласуваща линия и пример за подобно решение е показан на фиг. 3. За честоти под $30 \div 120$ MHz може да бъдат използвани и елементи със съсредоточени параметри, като в този случай кондензаторът трябва да има капацитет от порядъка $10 \div 50$ pF.

На фиг. 4 е показан реален прототип на модифицирана J-Pole антена предназначена за работа в система от мобилната радиослужба с работна честота $54\ 200$ kHz.



Фиг. 3. Съгласуване с коаксиална линия

В таблица №2 са поместени стойностите за дължините на елементите на антената, като е постигнато скъсяване на цялата конструкция, спрямо класическата, с 39%.

Таблица №2

Размер	Класическа J-Pole антена	Модифицирана J-Pole антена
L1, mm	2613	1480
L2, mm	1284	900
L3, mm	133	290
D1, mm	120	120
D2, mm	10	10
C, pF	-	20
Обща дължина, mm	3897	2380
Относителна дължина, %	100	61

За да бъдат определени измененията на параметри като ДНД, усилване и т.н. на модифицираната J-Pole антена спрямо тези на класическата са направени симулационни изследвания с помощта на програмния продукт MMANA [6].

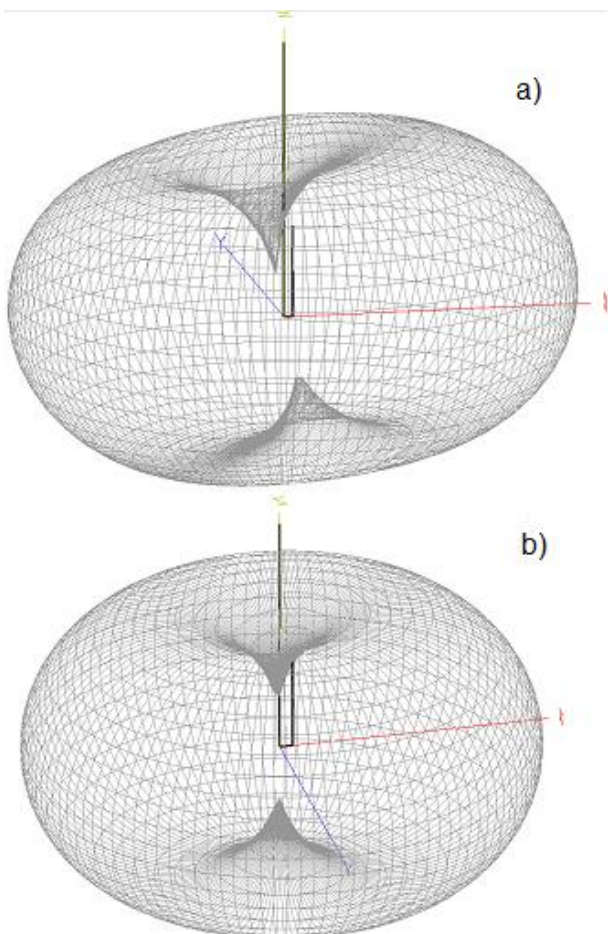


Фиг. 4. Прототип на модифицирана антена

На фиг. 5a и 5b са показани триизмерните симулационно получени ДНД съответно на класическа и модифицирана J-Pole антена в среда на свободно пространство. В таблица №3 са отразени стойностите на усилването на антената и отношението на излъчването в направления напред/назад. Забелязва се, че модифицираната J-Pole антена има по-ненасочена диаграма в H-равнина и тя е почти равномерна.

Таблица №3

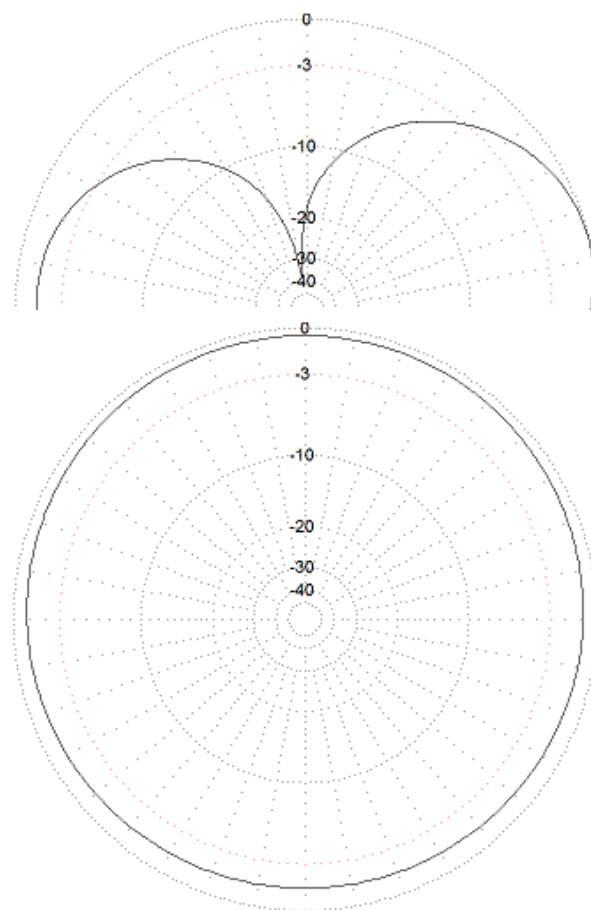
	Усилване, dBi	F/B, dB
Класическа J-Pole антена	2,98	0,61
Модифицирана J-Pole антена	2,18	0,19



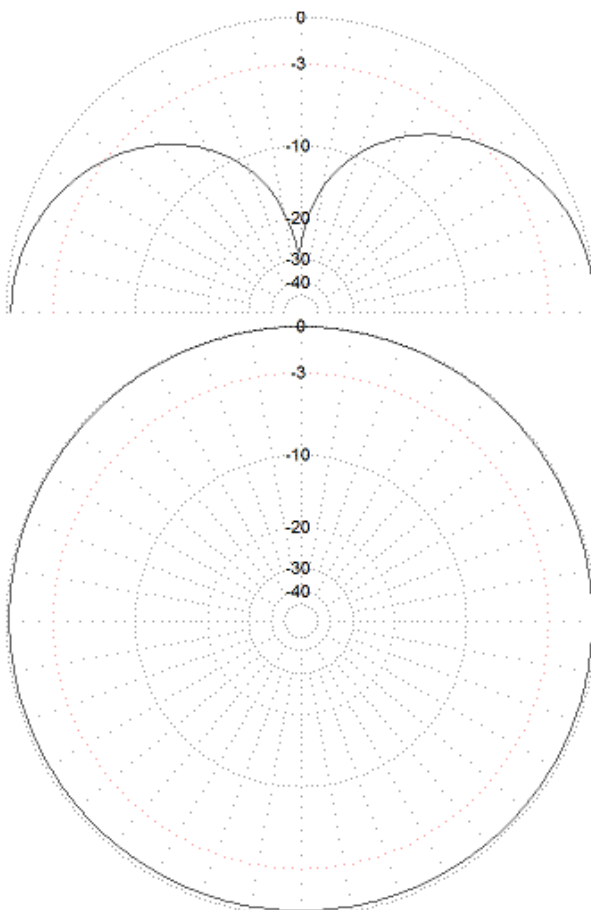
Фиг. 5. Класическа и модифицирана J-Pole антена (ДНД 3D)

На фиг. 6 са показани двуизмерните ДНД на класическата J-Pole антена, а на фиг. 7 на модифицираната. Може да се отчете, че класическата антена има различна ширина на диаграмата на ниво половин мощност в вертикално направление по различните азимути, която варира в границите $\theta_{0,5} = 30 \div 50^\circ$, а при модифицираната - $\theta_{0,5} \approx 40^\circ$ за всяко направление. Като цяло може да се заключи, че двете антени имат сходни ДНД и модифицираната антена не отстъпва по този показател на класическата.

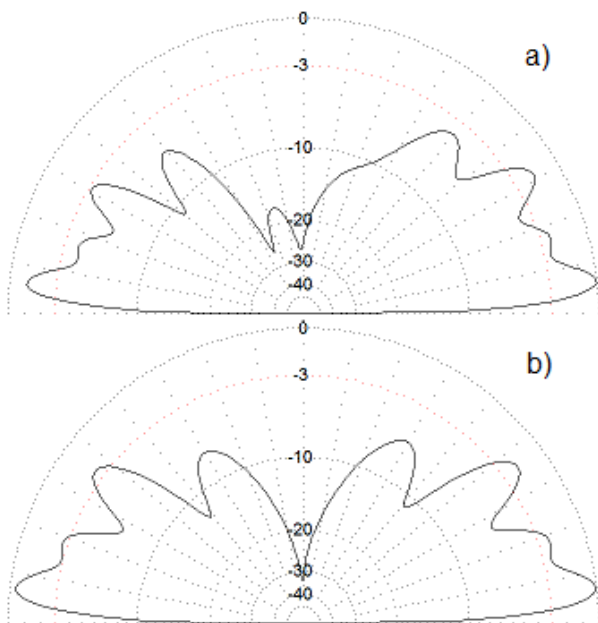
На фиг. 8a и 8b са показани ДНД в Е-равнина съответно на класическата и модифицираната J-Pole антена в случай на наличие на реална земна повърхност и височина на монтаж $h = 8 \text{ m}$. Тази височина отговаря на антена, поставена на мачта с височина около 4 m върху едноетажна сграда. На фиг. 9a и 9b и фиг. 10a и 10b са отразени подобни диаграми за височини на монтаж съответно $h = 16 \text{ m}$ (четириетажна сграда) и $h = 32 \text{ m}$ (осеметажна сграда).



Фиг. 6. Класическа J-Pole антена (ДНД 2D)



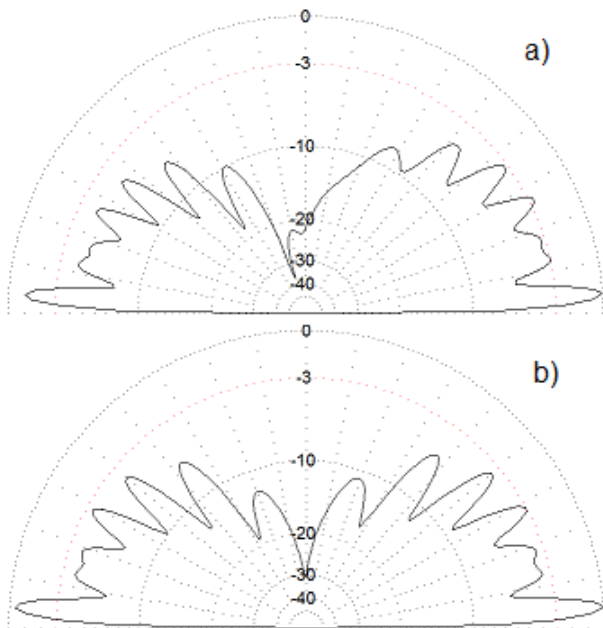
Фиг. 7. Модифицирана J-Pole антена (ДНД 2D)



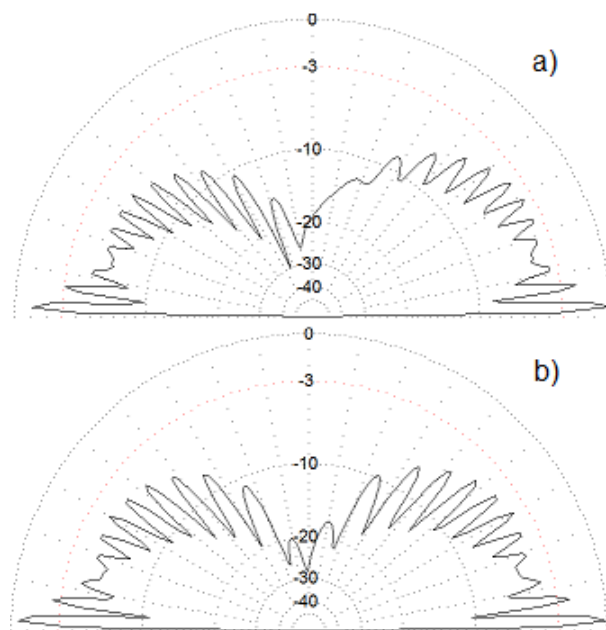
Фиг. 8. J-Pole антена (ДНД 2D), $h=8$ m

Анализирайки представените ДНД на класическата и модифицираната J-Pole антена може да се заключи, че няма съществени различия в тях и модифицираната J-Pole антена би могла да бъде използвана в реални практически приложения.

С помощта на показания на фиг. 4 прототип на модифицираната антена е направено изпитване в реални условия. Осъществена е връзка между група обекти на разстояние 10 km в района на Троянския балкан.



Фиг. 9. J-Pole антена (ДНД 2D), $h=16$ m



Фиг. 10. J-Pole антена (ДНД 2D), $h=32$ m

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направените симулационни изследвания и практически изпитвания може да се направят следните изводи:

- Намалването на физическите размери на J-Pole антената чрез предлаганата модификация не влошава възможностите за практическото и внедряване при системи от VHF обхвата;
- Целесъобразно е да се изследват и други практически показатели на подобна антена като устойчивостта и на електромагнитни смущения и др.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://www.hamuniverse.com/jpole.html>
- [2] <http://www.gsl.net>
- [3] Додов Н., Антени и СВЧ устройства, София, Техника, 1998.
- [4] Collin R. E., Antennas and Radiowave Propagation, McGraw-Hill, 1985
- [5] Angelov K., D. Damyanov, Optimization of The J-Pole Antenna Dimensions, International Conference Engineering, Technologies and Systems TECHSYS 2011, Journal of The Technical University at Plovdiv, Bulgaria, Fundamental Sciences and Applications, Vol. 16, book 1 (pp 213-216), 27-28 may 2011г., Technical University – Sofia, Branch Plovdiv
- [6] Гончаренко И. В., Антени КВ и УКВ. Часть 1. Компьютерное моделирование MMANA, 2004.