

# वायरलेस संचार और संवेदन अनुप्रयोगों के लिए संकीर्ण बैंड परावैद्युत गुंजयमान यंत्र एंटीना

## Narrow-band Dielectric Resonator Antenna for Wireless Communication and Sensing Applications

सोवन मोहंती<sup>1</sup>, निखिल गुप्ता<sup>2</sup> एवं बैबस्वत महापात्र<sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup> एस.आर.एम.एस. कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग और प्रौद्योगिकी, बरेली, यू.पी., भारत

<sup>3</sup> गलगोटियास विश्वविद्यालय, ग्रेटर नोएडा, यू.पी., भारत

<sup>1</sup>mohanty.sovan@gmail.com, <sup>2</sup>nikhilg9044@gmail.com, <sup>3</sup>bmohapatra9@gmail.com

<sup>1</sup>+ 91-9458705053, <sup>2</sup>+91- 9458708082, <sup>3</sup>+91-9810890457

### सारांश

इस शोधपत्र में, हम वायरलेस संचार और संवेदी अनुप्रयोगों (sensing applications) के लिए एक संकीर्ण बैंड परावैद्युत गुंजयमान यंत्र एंटीना का प्रस्ताव करते हैं। आयताकार परावैद्युत गुंजयमान यंत्र एंटीना आधुनिक उच्च गति संचार प्रणाली (communication system) के लिए माइक्रो-स्ट्रिप पैच एंटीना प्रौद्योगिकी के लिए एक उपयुक्त विकल्प के रूप में उभर रहा है। प्रस्तावित विकिरक (resonator) भीतरी, कम दूरी, नीरव वायरलेस संचार (noiseless wireless communication) के लिए औद्योगिक, वैज्ञानिक और चिकित्सा बैंड में 2.4 GHz के पास संचालित होता है। यह 23.52% की विकिरण दक्षता (radiation efficiency) के साथ उच्च विकिरण स्थिरता प्रदान करता है और, लगभग 100 मेगाहर्ट्ज की प्रतिबाधा बैंडविड्थ (impedance bandwidth) प्रदान करता है। यह न्यूनतम ऑर्थोगोनल विद्युत घटकों (current components) और सतह तरंगों (surface waves) के शामिल होने के कारण न्यूनतम क्रॉस-ध्रुवीकरण हानि (minimum loss due to cross polarization) प्रदान करता है।

### ABSTRACT

In this paper, we propose a narrow-band dielectric resonator antenna for wireless communication and sensing applications. The rectangular dielectric resonator antenna is emerging as a suitable alternative to micro-strip patch antenna technology for the modern high-speed communication system. The proposed radiator operates near to 2.4 GHz in the industrial, scientific, and medical band for indoor, short-range, noiseless wireless communication. It provides high radiation stability with a radiation efficiency of 23.52%, impedance bandwidth of around 100 MHz. It provides minimum cross-polarization loss due to the induction of minimum orthogonal current components and surface waves.

विषय बोधक शब्द – आयताकार परावैद्युत गुंजयमान यंत्र एंटीना (RDRA), परावैद्युत वेवगाइड मॉडल (DWM), सीमित तत्व विधि (FEM)

**Keywords-** Rectangular Dielectric Resonator Antenna (RDRA), Dielectric Waveguide Model (DWM), Finite Element Method (FEM).

## परिचय

पिछले कुछ दशकों में संचार नेविगेशन और संवेदी उद्देश्यों के लिए वायरलेस उपकरणों में घातीय वृद्धि देखी गई है। यह एंटीना सरणियों, स्टैक किए गए कॉन्फिगरेशन, अनुरूप, और स्मार्ट एंटीना आदि जैसे अग्रत युक्ति प्रौद्योगिकी (front end devices) में महत्वपूर्ण वृद्धि द्वारा समर्थित है। इन तकनीकों का प्रदर्शन चैनल के तरंग प्रसार वातावरण, हस्तक्षेपों (interferences), के विभिन्न स्रोतों, और विद्युत्चुंबकीय व्यवधान / हस्तक्षेप (EMI/EMC) पर्यावरण के साथ संगतता से प्रभावित होता है। इन सीमाओं को कम किया जा सकता है और नुकसान को कम करके, सरल अभिकल्प, लघु संरचना, उपयुक्त प्रतिबाधा मिलान (impedance matching) आदि को अपना कर संबोधित किया जा सकता है।

वास्तविक समय की स्थितियों और सैद्धांतिक उच्च प्रवाह क्षमता के तहत शिखर डेटा दर हमेशा प्रतिकूल और चैनल स्थितियों के प्रति संवेदनशील है। यह मल्टी पाथ प्रचार और तंत्र भारकता (system loading) के कारण होता है। इस लिए तंत्र अभिकल्पक (system designers) अक्सर एक संकीर्ण बैंड, संछिप्त-आकार, उच्च लब्धि (highly efficient) और उच्च कुशल, स्थिर विकिरण प्रतिरूप (radiation pattern) को अभिकल्प करने के लिए ध्यान केंद्रित करते हैं, ताकि महत्वपूर्ण अवरोधन अस्वीकृति क्षमताओं (interference rejection capabilities) और विविधता के साथ लुप्त होती पते (diversity to address fading) [1] की विविधता पता चल सके। इन विशेषताओं को एक परावैद्युत आधारित अनुनादक एंटीना द्वारा महसूस किया जा सकता है, जहां विकिरण विद्युत् के समय-लयबद्ध प्रभाव (time-harmonic effect) के बजाय विकिरण कासब से सामान्य प्रवाहकत्व विद्युत् धारा (conduction current), विशेष रूप से माइक्रोवेव-तरंग और मिलीमीटर-तरंग अनुप्रयोगों पर हावी है। DRA कार्य कुशलता, निर्देशात्मक लाभ (directive gain) को

बढ़ाता है, और उच्च सिग्नल-हस्तक्षेप अनुपात प्रदान करता है [2]।

संकीर्ण बैंड अभिकल्प एक अलग लाभ प्रदान करता है जब निकट क्षेत्र और दूर-क्षेत्र विकिरण (near field and far field) के बीच शायद ही कोई स्पष्ट कटौती होती है, जो माइक्रो-तरंग और मिलीमीटर-तरंग एंटीना पर काफी आम है। चूंकि रवशक्ति (noise power) सीधे तंत्र बैंडविड्थ के लिए आनुपातिक होती है, इसलिए संकीर्ण बैंड तकनीक उच्च चैनल क्षमता को नियोजित करके, उच्च सिग्नल-रव अनुपात (signal to noise ratio) और निर्देशात्मक लाभ के लिए उच्च संकेत प्राप्त किया जा सकता है [3]।

उद्योग लघु अभिकल्प की मांग करता है, जिसे उच्च पारगम्यता (permittivity) [4] के साथ सामग्रियों का उपयोग करके प्राप्त किया जा सकता है। लेकिन उच्च पारगम्यता सामग्री के साथ, गुणवत्ता कारक (quality factor) में वृद्धि होती है, जो विकिरण संरचना (radiating structure) को विद्युत्चुंबकीय ऊर्जा (electromagnetic energy) के एक प्रकार के जलाशय (reservoir) में बदल सकती है। क्रमबद्ध अभिकल्प (stacked design) [5] को अपनाकर भौतिक आकार को कम किया जा सकता है। मोड्स या फील्ड पैटर्न विकीर्ण फील्ड पैटर्न को तय करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। उच्च-क्रम मोड को पहलू अनुपात (aspect ratio) पर उचित नियंत्रण के माध्यम से शुरू किया जा सकता है, जिससे अभिकल्प को छोटा किया जा सकता है [6]।

इस पत्र में, हम वायरलेस संचार और संवेदी अनुप्रयोगों (sensing applications) के लिए माइक्रो-स्ट्रिप फीड का उपयोग करते हुए एक संकीर्ण बैंड क्रमबद्ध (stacked) आयताकार परावैद्युत अनुनाद एंटीना प्रस्तुत करते हैं। आरडीआरए 2.4 गीगाहर्ट्ज (GHz) पर -10 डीबी (dB) के 100 मेगाहर्ट्ज (MHz) के प्रतिबाधा बैंडविड्थ (impedance bandwidth) गुंजयमान है। विकिरण पैटर्न प्रतिबाधा

बैंडविड्थ पर समान है। महत्वपूर्ण युग्मन एक स्लॉट एपर्चर द्वारा प्राप्त किया जाता है, लेकिन किनारे विवर्तन (edge diffraction) के कारण सतह की लहर (surface wave) पिछले पालि (back lobe) में तुलनात्मक रूप से उच्च विकिरण (radiation) पैदा कर रही है।

### कार्य प्रणाली

आयताकार डीआरए की जटिल ज्यामितीय संरचना (geometrical structure) और विभिन्न सीमाओं के भेद (boundaries) के कारण, विश्लेषण आत्मक (analytical) समाधान दूर-क्षेत्र [7] पर क्षमता का निर्धारण नहीं कर सकता है। इसलिए संख्यात्मक (numerical) समाधान का उपयोग वांछित गुंजयमान आवृत्ति से विकिरण क्यू-कारक (radiation Q-factor), और विद्युत-चुम्बकीय दूर-क्षेत्र (electromagnetic far-field) को निर्धारित करने के लिए किया जाता है। विश्लेषणात्मक तकनीकों (Analytical techniques) में समाधान और परीक्षण का अनुमान लगाकर निरंतर अनवस्थित (continuous variables) शामिल किये जाते हैं कि क्या अब समस्या को और हल किया जाए या इतना काफी है। मुख्य वितरण विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र का निर्धारण करना है, जब चार्ज वितरण (charge distribution) और विद्युत का प्रवाह ज्ञात होता है [8]।

यहां आयताकार डीआरए का विश्लेषण करने के लिए परिमित तत्व विधि (Finite Element Method) का उपयोग किया गया है। परिमित तत्व विधि छोटे टेट्राहेड्रॉन में कुल ज्यामिति (geometry) के विवेकाधिकार (discretization) का गठन करता है। प्रत्येक टेट्राहेड्रॉन के लिए परीक्षण फंक्शन या आकार फंक्शन का अनुमान लगाया जाता है, जिसके परिणाम स्वरूप कई आधार फंक्शन (basis function) होते हैं। फिर, फील्ड तरंग समीकरण को परीक्षण फंक्शन से गुणा किया जाता है और फिर आयतन के समाधान पर एकीकृत (integration) किया जाता है। इस प्रक्रिया

के परिणाम स्वरूप  $n = 1, 2, 3$  के हजारों समीकरण बनते हैं ...

हेल्म होल्ट्ज के समीकरण से [7]:

$$\nabla^2 A + K^2 A = -J \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$H = \nabla \times A \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$E = \frac{\nabla(\nabla \cdot A)}{j\omega\epsilon} - j\omega\mu A \quad \dots\dots\dots(3)$$

जहां, A चुंबकीय सदिश क्षमता (magnetic vector potential) है

$$\nabla \times \left( \frac{1}{\mu_r} \nabla \times E \right) - k_0^2 \epsilon_r E = J \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$\int \left( w_n \cdot \nabla \times \left( \frac{1}{\mu_r} \nabla \times E \right) - k_0^2 \epsilon_r w_n \cdot E \right) dV = 0 \quad \dots\dots\dots(5)$$

ग्रीन फंक्शन का उपयोग करके और डायवर्जेंस प्रमेय को लागू करके समस्या की आयाम को कम किया जा सकता है:

$$\int \left( \nabla \times w_n \right) \cdot \left( \frac{1}{\mu_r} \nabla \times E \right) - k_0^2 \epsilon_r w_n \cdot E = \iint (\text{boundary terms}) \cdot dS \quad \dots\dots\dots(6)$$

जहां,  $n = 1, 2 \dots N$

$$E = \sum_m x_m w_n \quad \dots\dots\dots(7)$$

इस प्रकार,

$$\sum x_m \int \left( \nabla \times w_n \right) \cdot \left( \frac{1}{\mu_r} \nabla \times E \right) - k_0^2 \epsilon_r w_n \cdot E = \iint (\text{boundary terms}) \cdot dS \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$\sum_m x_m A_m = b_n \quad \dots\dots\dots(9)$$

जहाँ,  $b$  पोर्ट एक्साइटमेंट है और  $|$  एक  $N \times N$  मैट्रिक्स है जिसमें कोई भी लागू सीमाएँ (boundary conditions) शामिल हैं।  $E$  को  $x$  के लिए हल करके गणना की जा सकती है। आयताकार डीआरए (Rectangular Dielectric Resonator Antenna) के लिए सबसे कम क्रम मोड (lowest order mode) के साथ अनंत जमीनी विमान (infinite ground plane)  $TE_{\delta 11}^x$  का परिणामी क्षेत्र के घटकों परावैद्युत तरंग गाइड मॉडल (Dielectric Waveguide Model) को लागू करके प्राप्त किया जा सकता है।  $TE_{\delta 11}^x$  के क्षेत्र घटकों (field components) को पारवर्ती समीकरण (transcendental equation) [4] 8, को हल करके प्राप्त किया जा सकता है।

$$k_x \tan\left(\frac{k_x d}{2}\right) = \sqrt{(\epsilon_r - 1)k_0^2 - k_x^2}$$

.....(10)

विद्युत-चुंबकीय का परिणामी क्षेत्र शिरानाल (Sinusoidal) जैसा होगा जो की निम्नलिखित हैं:

$$H_x = \frac{(k_y^2 + k_z^2)}{j\omega\mu_0} \cos(k_x x) \cos(k_y y) \cos(k_z z)$$

..... (11)

$$H_y = \frac{(k_y k_x)}{j\omega\mu_0} \sin(k_x x) \sin(k_y y) \cos(k_z z) \dots \dots$$

.....(12)

$$H_z = \frac{(k_z k_x)}{j\omega\mu_0} \sin(k_x x) \cos(k_y y) \sin(k_z z)$$

.....(13)

$$E_x = 0$$

.....(14)

$$E_y = k_z \cos(k_x x) \cos(k_y y) \sin(k_z z)$$

.....(15)

$$E_z = -k_y \cos(k_x x) \sin(k_y y) \cos(k_z z)$$

.....(16)

जहाँ,

$$k_x = \frac{m\pi}{a}$$

$$k_y = \frac{n\pi}{b}$$

जहाँ,

$$k_0 = \frac{2\pi}{\lambda_0} = \frac{2\pi f_0}{c}, k_y = \frac{\pi}{w}, k_z = \frac{\pi}{b}$$

.....(17)

गीगाहर्ट्ज (GHz) में गुंजयमान आवृत्ति  $f_0$  की गणना की जा सकती है [4]:

$$f_0(\text{GHz}) = \frac{15F}{w_{(cm)}\pi\sqrt{\epsilon_r}}$$

.....(18)

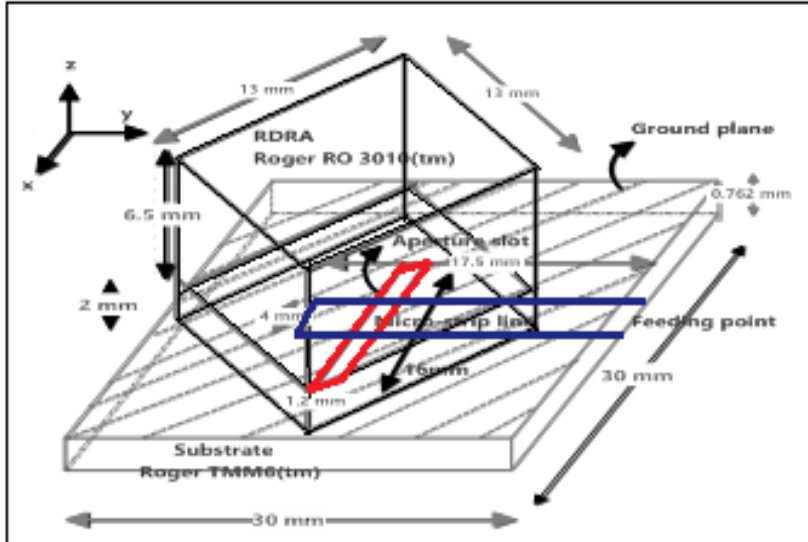
विकिरण क्यू-कारक (radiation Q-factor) की गणना  $w/b$  [8] के विभिन्न मूल्यों के लिए  $k/b$  के कार्य के रूप में सामान्यीकृत क्यू-कारक (normalized Q-factor) के कथानक का उपयोग करके की जा सकती है। जहाँ,  $h$  ऊंचाई है,  $w$  चौड़ाई है, तथा  $d$ , RDRA की गहराई है।

### एंटीना संरचना

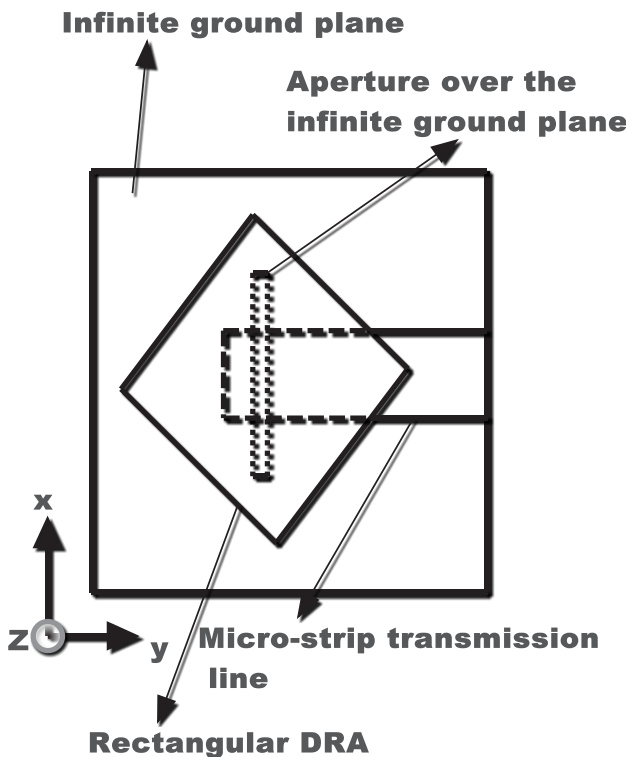
चित्र 1ए, बी 3-डी साइड व्यू और शीर्ष दृश्य का और प्रस्तावित डिजाइन वाले आयताकार परावैद्युत गुंजयमान एंटीना का विस्तृत ज्यामिति का प्रतिनिधित्व करता है। आरडीआरए (RDRA) को समतल भूमितल पर रखा गया है जो एक आदर्श विद्युत चालक (Perfect Electrical Conductor) है। आरडीआरए की ऊंचाई ( $h$ ) को आधे से कम करने के लिए छवि प्रमेय (image theorem) लागू किया गया है। आरडीआरए संरचना को सबस्ट्रेट की ऊपरी सतह पर रखा गया है।

शीर्ष विकिरण संरचना परावैद्युत रोजर आर. ओ. 3010 (टीएम) (Roger RO 3010™),  $\tan \delta = 0.0035$  से बना है, जिसका आयाम  $13 \times 13 \times 6.5$

मिमी<sup>3</sup> है। निचली संरचना 10.2 की पारगम्यता (permittivity) और 13×13×2 मिमी<sup>3</sup> के आयाम के साथ आरटी 6010 (RT Duroid 6010) से बना है और इसे आयताकार रंध्रखोँचा (Aperture Slot) के ऊपर रखा गया है। अनंत ग्राउंड प्लेन का इस्तेमाल सबस्ट्रेट की ऊपरी सतह पर किया गया है जैसा की चित्र 1 ए में दर्शाया गया है।



चित्र 1 ए: प्रस्तावित एंटीना का 3-डी साइड दृश्य (Fig. 1a. 3-Dimensional side view of the proposed antenna design)

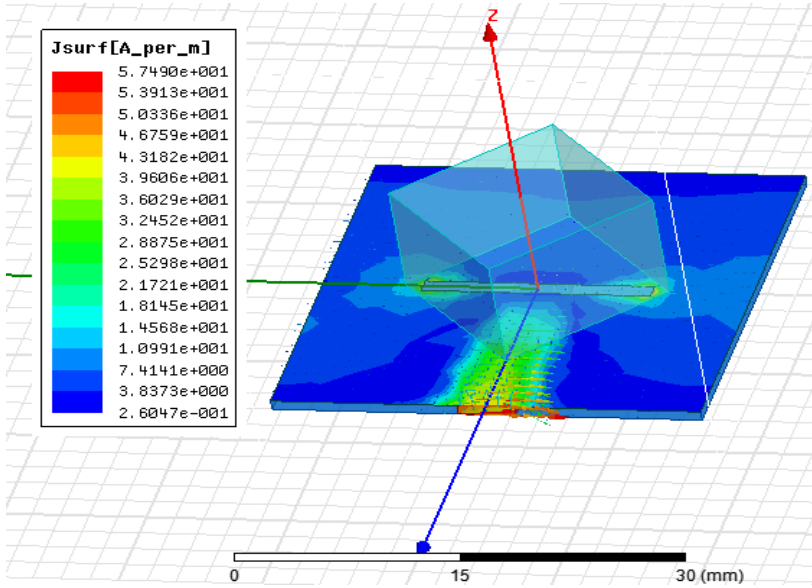


चित्र 1 बी: प्रस्तावित एंटीना का शीर्ष दृश्य

(Fig.1b. Top view of the proposed antenna design)

स्लॉट में 16×1.2 मिमी<sup>2</sup> का एक आयाम है जो माइक्रो-स्ट्रिप लाइन से निचले आरडीआरए (RDRA) तक ऊर्जा के महत्वपूर्ण युग्मन (coupling) प्रदान करने के लिए डिजाइन किया गया है। सबस्ट्रेट रोजर टीएमएम 6 (Roger TMM),  $r = 6$ ,  $\tan \delta = 0.0035$  से बना है जिसका आयाम 30×30×0.762 मिमी<sup>3</sup> है। माइक्रो-स्ट्रिप फीडिंग लाइन को कार्यद्रव्य (Substrate) s के नीचे 4 × 17.5 मिमी<sup>2</sup> रखा गया है। छिद्र युग्मन फीड तंत्र (aperture feeding mechanism)

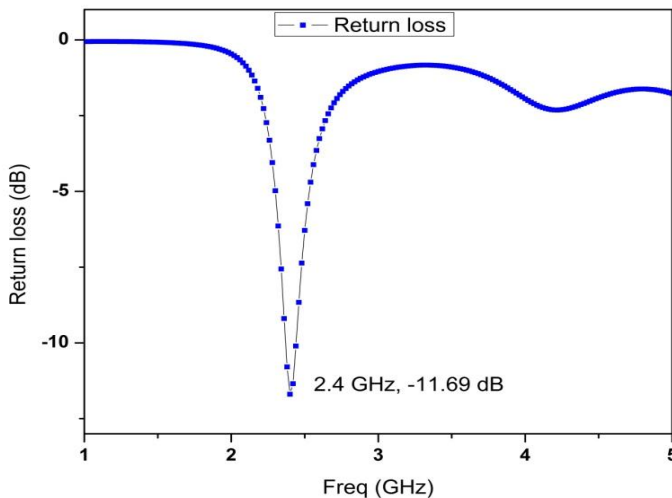
अनुप्रस्थ इलेक्ट्रिक मोड की शुरुआत करता है, जहां सबसे कम ऑर्डर मोड  $TE_{\delta 11}^x$  [9] है। गुंजयमान आवृत्ति, विकिरण क्यू-कारक (फ-बिजवत) और इनपुट प्रतिबाधा की गणना परावैद्युत तरंग गाइड मॉडल (Dielectric Waveguide Model) [10] का उपयोग करके की जा सकती है।



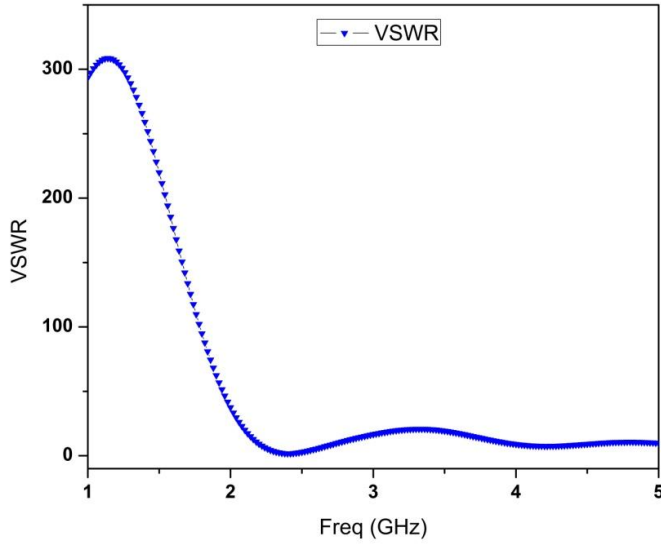
चित्र 2: आरडीआरए (RDRA) का पृष्ठ-धारा-घनत्व (Fig. 2. Surface current density of rectangular dielectric resonator antenna design)

### परिणाम विश्लेषण

इस विश्लेषण के लिए एक उच्च आवृत्ति संरचित सिमुलेटर (High Frequency Structure Simulator) का उपयोग किया जाता है ख1। चित्र 3 से यह पता चलता है कि एंटीना 2.4 गीगाहर्ट्ज (GHz) पर प्रतिध्वनित (resonate) हो रहा है और रिटर्न लॉस का मूल्य लगभग  $-12$  डीबी (dB) है।

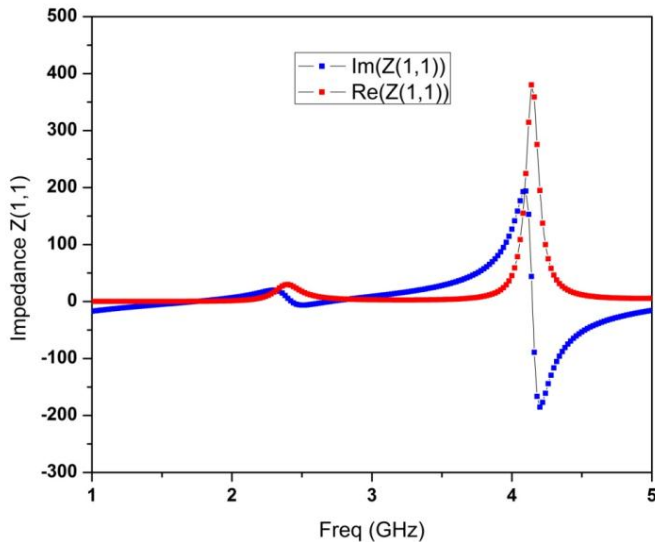


चित्र 3. प्रतिबिंब गुणांक ( $|S_{11}|$  dB में) बनाम आवृत्ति भूखंड (Fig. 3. Reflection Coefficient versus Frequency plot)



चित्र 4. वीएसडब्ल्यूआर (VSWR) बनाम आवृत्ति साजिश  
(Fig. 4. VSWR versus Frequency plot)

10 डीबी (dB) प्रतिबाधा बैंडविड्थ (impedance bandwidth) की गणना लगभग 100 मेगाहर्ट्ज है, जो एक संकीर्ण बैंड प्रतिक्रिया प्रदान करती है। चित्र 4 वीएसडब्ल्यूआर बनाम आवृत्ति का संकेत देता है। यहां ओपन-एंड स्टब का उपयोग एंटीना के साथ  $50 \Omega$  माइक्रो-स्ट्रिप फीडिंग संरचना के संबंध में किया जाता है चित्र 5 इनपुट प्रतिबाधा (input impedance) के वास्तविक और काल्पनिक भाग (real and imaginary part) का तात्पर्य है। यह देखा गया है कि

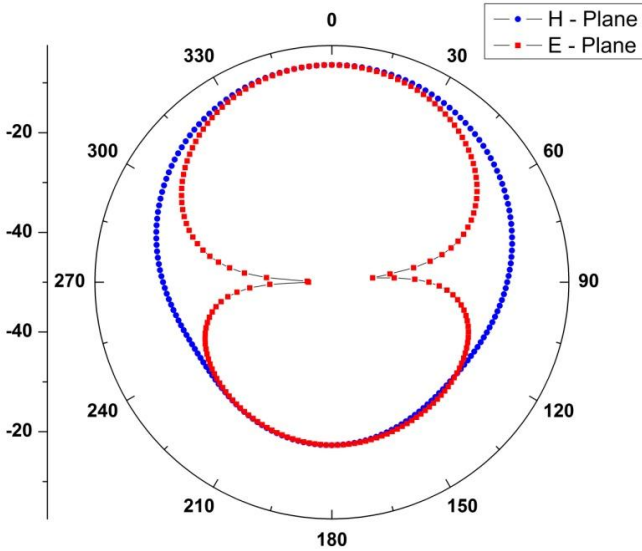


2.4 गीगाहर्ट्ज (GHz) की प्रतिध्वनि आवृत्ति (resonating frequency) पर आरडीआरए (RDRA) के स्रोत से अधिकतम शक्ति हस्तांतरण (maximum power transfer) को करने के लिए प्रतिरोधक मिलान (resistive matching) होता है।

चित्र 5. वास्तविक और काल्पनिक प्रतिबाधा बनाम आवृत्ति  
(Fig. 5. Real and imaginary impedance versus Frequency plot)

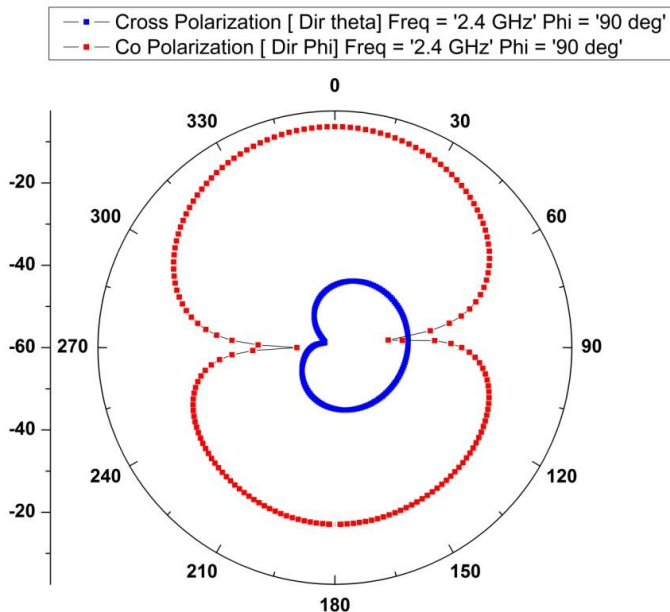
चित्र 6 में दिखाया गया है की आउटपुट  $\phi = 0^\circ$  और  $90^\circ$  पर yz और xz विमान के साथ विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र को विकिरणित करता है। यह पाया गया है कि 2.4 गीगाहर्ट्ज (GHz) आरडीआरए (RDRA) व्यापक दिशा में क्षेत्र को विकिरण करने के लिए एक आदर्श चुंबकीय द्विध्रुवीय की तरह व्यवहार कर रहा है। हालांकि, छिद्र युग्मन (aperture coupling) के कारण, पीछे के लोब में विकिरण होता है। परिणामी फ्रंट टू बैक अनुपात की गणना लगभग 26.776 dB की जाती है।

आधी शक्ति ( $-3$  डीबी) की बीमकारीता की गणना लगभग  $60^\circ$  की जाती है। यह विकिरण पैटर्न की कोणीय चौड़ाई है जहां मुख्य बीम को संकेन्द्रित किया जाता है। एंटीना की विकिरण विशेषता प्रतिबाधा बैंडविड्थ (impedance bandwidth) पर वर्णित है। एच-प्लेन और ई-प्लेन क्रॉस-ध्रुवीकरण (cross-polarization) के लिए विकिरण पैटर्न क्रमशः 2.4 गीगाहर्ट्ज पर चित्र 7 और चित्र 8 में मैप किया गया है। यह देखा गया है कि सभी समतल में सह और क्रॉस-ध्रुवीकरण (Co- and cross-polarization) के बीच  $-20$  dB का अंतर है।



चित्र 6. yz और xz विमान में विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र का प्लॉट

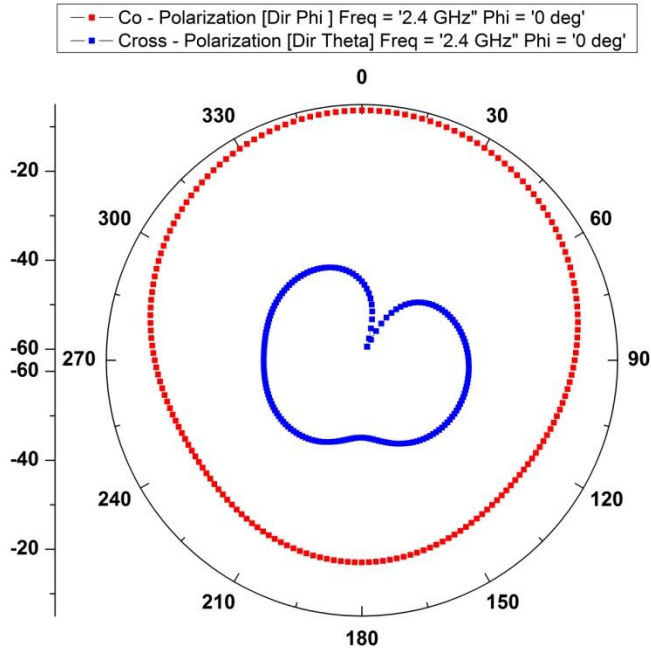
(Fig 6. Plot of the Electric and Magnetic field in the yz and xz plane)



चित्र 7. एच-प्लेन सह ध्रुवीकरण और क्रॉस-ध्रुवीकरण (cross-polarization) के प्लॉट

(Fig 7. Plot of H-plane co and cross polarization)

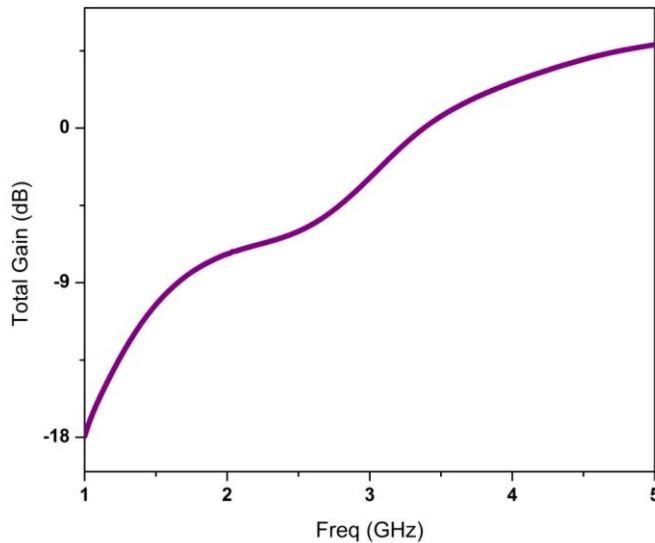




चित्र 8.ई—प्लेनसह ध्रुवीकरण और क्रॉस ध्रुवीकरण के प्लॉट

(Fig 8. Plot of E-plane co and cross polarization)

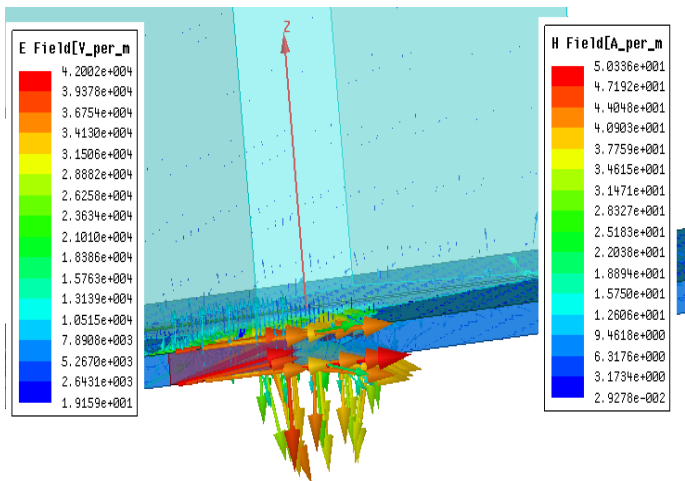
चित्र 8 आवृत्ति बनाम कुल लाभ दिखाता है। एंटीना की कुल लब्धि को  $E\theta$  और  $E\phi$  घटकों के योग के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। यह पाया गया है कि 2.4 गीगाहर्ट्ज (GHz) पर कुल लब्धि लगभग  $-2\text{dBi}$  है। लेकिन चूंकि यह उपकरण पोर्टेबल वायरलेस संचार के लिए उपयोग किया जा रहा है इसलिए औसत लाभ अधिक महत्वपूर्ण है और इसे एक विशिष्ट विमान [12, 13] के साथ निर्धारित किया जा सकता है। चित्र 9 में डिजाइन किए गए आरडीआरए में बिजली और चुंबकीय क्षेत्र के वैक्टर का वर्णन है।



चित्र 8. आवृत्ति बनाम कुल लाभ प्लॉट

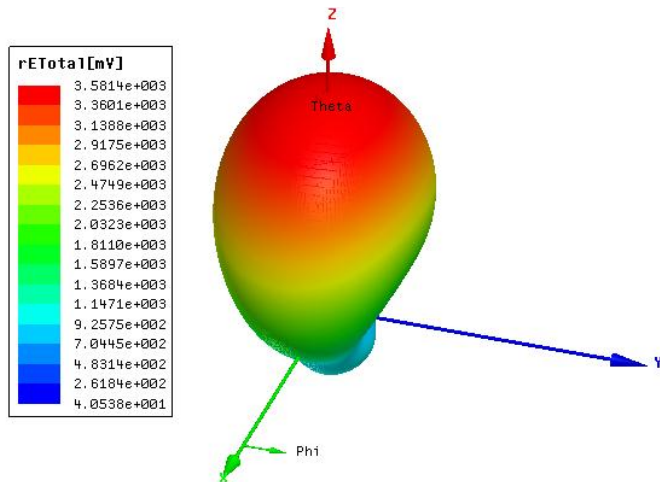
(Fig. 8. Gain versus frequency plot)

सोवन मोहंती एवं अन्य, “वायरलेस संचार और संवेदन अनुप्रयोगों के लिए संकीर्ण बैंड परावैद्युत गुंजयमान यंत्र एंटीना”



(चित्र 9. डिजाइन किए गए एंटीना में विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र के वेक्टर का प्लॉट)

(Fig 9. Plot of electric and magnetic field vectors in the designed antenna)



(चित्र 10. अजीमुथ और उत्कर्ष कोण के सापेक्ष में विद्युत क्षेत्र का 3डी दृश्य)

(Fig 10. 3-D view of the electric field w.r.t azimuth and elevation angle)

चित्र 10 में अजीमुथ (दक) और ऊंचाई ( $\theta$ ) कोण के अनुरूप विद्युत क्षेत्र का 3D दृश्य दिखाया गया है। यह देखा गया है कि एंटीना  $\theta = 0^\circ$  पर z- अक्ष के साथ व्यापक दिशा में विकीर्ण कर रहा है। फ्रंट टू बैक अनुपात लगभग 26.77 डीबी है जो दर्शाता है कि विकिरणित शक्ति मुख्य रूप से मुख्य लोब में केंद्रित

है। कुल विद्युत क्षेत्र 115.84 मिलीवोल्ट (उट) है, जबकि  $\phi = 76^\circ$  और  $\theta = 10^\circ$  अधिकतम विकिरणित शक्ति लगभग 3.185 मिलीवाट (mW) है।

### निष्कर्ष

इस पत्र में, वायरलेस कम्युनिकेशन और संवेदीए एप्लिकेशन के लिए एक संकीर्ण बैंड परावैद्युत गुंजयमान यंत्र एंटीना को विद्युत-चुम्बकीय सिमुलेटर HFSS 14.0 का उपयोग करके डिजाइन और विश्लेषण किया गया है। डिजाइन की गई संरचना 2.4 गीगाहर्ट्ज (GHz) पर 100 मेगाहर्ट्ज (MHz) के प्रतिबाधा बैंडविड्थ (impedance bandwidth) के साथ प्रतिध्वनित होती है। यह एंटीना 26.776 dB के फ्रंट- टू- बैक अनुपात को दर्शाता है जो बैक लोब में उच्चतम शक्ति एवं हानि को दर्शाता है। उच्च पारगम्यता (high permittivity) के परावैद्युत पदार्थ [14] का उपयोग करके और उच्च निर्देशात्मक लाभ (high directivity) प्राप्त करने के लिए एक केंद्रित तंत्र का उपयोग करके इन पीठ विकिरणों को अवरुद्ध और उपयोगी बनाया जा सकता है।

तालिका 1 –द्विभाषी शब्दावली

Aperture	रंध
Coupling	युग्मन
Dielectric	परावैद्युत
Dimension	आयाम
Magnetic Vector Potential	चुम्बकीय सदिश क्षमता
Narrow-Band	संकीर्ण बैंड
Permittivity	पारगम्यता
Q-factor	क्यू – कारक
Radiation	विकिरण
Resistance	प्रतिरोध
Resonator	गुंजयमान यंत्र
Resonant frequency	गुंजायमान आवृत्ति
Sinusoidal	शिरानाल जैसा

संदर्भ (References) :

1. R. S. Yaduvanshi and H. Parthasarathy, “Rectangular Dielectric Resonator Antennas Theory and Design” Springer ISBN 978-81-322-2499-0 ISBN 978-81-322-2500-3 (eBook) DOI 10.1007/978-81-322-2500-3 Springer New Delhi Heidelberg New York Dordrecht London © Springer India 2016.
2. K. M. Luk and K. W. Leung, “Dielectric Resonator Antennas” Electronic and Electrical Engineering Research Studies Press 2003.
3. S. Keyrouz, D. Caratelli, “Dielectric Resonator Antennas% Basic Concepts, Design Guidelines, and Recent Developments at Millimeter-Wave Frequencies”, International Journal of Antennas and Propagation© 2016.

4. A. Petosa, “Dielectric Resonator Antenna Handbook” Norwood, MA% Artech House, 2007.
5. A. Petosa, A. Ittipiboon, M. Cuhaci, R. Larose% Micro-strip Fed Stacked Dielectric Resonator Antenna. Antenna Technology and Applied Electromagnetics Symp ANTEM’96’, Ottawa, Canada, pp.705-708 (1999).
6. X. Li, Y. Yang, F. Gao, H. Ma, X. Shi% A Compact Dielectric Resonator Antenna Excited by a Planar Monopole Patch for Wideband Applications, International Journal of Antenna and Propagation, Article ID 9734781, (2019).
7. Roger F. Harrington, “Time Harmonic Electromagnetic Fields”, IEEE Press.
8. K. M. Luk, K. W. Leung, “Dielectric Resonator Antennas” Baldock, Herfordshire, UK Research Studies, 2002.
9. R. K. Mongia, A. Ittipiboon, “Theoretical and Experimental Investigations on Rectangular Dielectric Resonator Antennas and Propagation”, Vol.45, No.9, Sept 1997, pp.1348-1356.
10. A. Ittipiboon, R. K. Mongia, Y. M. M. Antar, P. Bhartia and M. Cuhahi, “Aperture Fed Rectangular and Triangular Dielectric Resonators for Use as Magnetic Dipole Antennas”, Electronics letters 11 Nov 1993, Vol. 29, No. 23.
11. Ansoft Corporation, Four Station Square, Pittsburg, PA. (2000). [Online]. Available% <http://www.ansoft.com/>.
12. S. Mohanty, A. Khan, B. Mohapatra, “Embedded Rectangular Dielectric Resonator Antenna for Ku-Band Applications”, 21 Feb 2020, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3549250>.
13. S. Mohanty, A. Khan, B. Mohapatra, “Comparative Analysis of Stacked Rectangular Dielectric Resonator Antennas Based on Finite Defected Ground Plane”, 21 Feb 2020, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3551000>

तात्विक सिद्धान्तों की खोज का कोई तार्किक तरीका नहीं है। केवल अन्तर्ज्ञान (intuition) का तरीका है, जो दिख रहा है उसके पीछे पड़ी व्यवस्था के प्रति एक भावना से उद्दीप्त होता है। वह रहस्यवादी भावना है। यहाँ सभी कला और सभी विज्ञान के सत्य बीज कण निहित हैं। जिस किसी में भी ऐसी भावना का अभाव है, वह आश्चर्यभरे समाधान पाने में सक्षम नहीं है और डर की स्थिति में रहता है, वह मृत व्यक्ति की भांति है। यह जानने के लिए कि वास्तव में हमारे लिए जो अभेद्य है वह वास्तव में विद्यमान है और श्रेष्ठतम प्रज्ञान एवं परम सौंदर्य के रूप में प्रकट होता है, जिनके केवल स्थूल रूप ही इंद्रियों की सीमित शक्ति से दिखाई देते हैं। यह ज्ञान, और यह भावना ही सच्ची धार्मिकता का मूल आधार है। केवल इस संदर्भ में, मैं अपने आप को प्रगाढ़ धार्मिक लोगों में शुमार करता हूँ।

. . . अल्बर्ट आइंस्टीन आध्यात्मिकता पर