# सूक्ष्मतरंग और मिलीमीटर-तरंग निर्वात इलेक्ट्रॉनिक युक्तियां एवं सम्बंधित तथ्य

विशाल केशरी

सूक्ष्मतरंग नलिका अनुसंधान तथा विकास केन्द्र
रक्षा अनुसंधान तथा विकास सगंठन
रक्षा मंत्रालय, बेंगलूरू, भारत

# सूक्ष्मतरंग और मिलीमीटर-तरंग निर्वात इलेक्ट्रॉनिक युक्तियां एवं सम्बंधित तथ्य

# सूक्ष्मतरंग और मिलीमीटर–तरंग निर्वात इलेक्ट्रॉनिक युक्तियां एवं सम्बंधित तथ्य

डॉ विशाल केशरी
वैज्ञानिक 'ई'
सूक्ष्मतरंग नलिका अनुसंधान तथा विकास केन्द्र
रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन
रक्षा मंत्रालय, बेंगलूरु, भारत

रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन
रक्षा मंत्रालय, दिल्ली – 110 054
2018

**डीआरडीओ मोनोग्राफ्स/विशेष प्रकाशन श्रृंखला**

**सूक्ष्मतरंग और मिलीमीटर-तरंग निर्वात इलेक्ट्रॉनिक युक्तियां एवं सम्बंधित तथ्य**

**डॉ विशाल केशरी**

---

| **मुख्य सम्पादक** | **सम्पादक** | **सहायक सम्पादक** |
|---|---|---|
| डॉ अलका सूरी | अलका बंसल | एन के चावला |

**सम्पादकीय सहायक**

गुँजन बक्शी

---

**केशरी, विशाल**

**सूक्ष्मतरंग और मिलीमीटर-तरंग निर्वात इलेक्ट्रॉनिक युक्तियां एवं सम्बंधित तथ्य**

डीआरडीओ मोनोग्राफ्स/विशेष प्रकाशन श्रृंखला

1. सूक्ष्मतरंग नलिकाएं 2. जाइरो नलिकाएं 3. मिलीमीटर तरंग

I. शीर्षक II. श्रृंखला

621.385.6

---

आई एस बी एन 978-81-86514-61-0

इस प्रकाशन में शामिल लेख लेखक की विचार सामग्री है, और संपादक एवं प्रकाशक लेखक द्वारा व्यक्त किए गए बयान/राय के लिए जिम्मेदार नहीं होंगे।

| **मुख पृष्ठ** | **प्रेषण** | **मुद्रण** |
|---|---|---|
| राजेश कुमार | तपेश सिन्हा | एस के गुप्ता |

---

**रक्षा वैज्ञानिक सूचना तथा प्रलेखन केंद्र (डिसीडॉक), डीआरडीओ,**
**मेटकॉफ हाउस, दिल्ली -110 054 द्वारा प्रकाशित**

समर्पण

मेरी पूज्यनीय माँ
श्रीमती मीना गुप्ता
और मेरे पूज्य पिता जी
श्री बद्रीनाथ गुप्ता
को समर्पित

# विषय–सूची


| | | |
|---|---|---|
| समर्पण | | *v* |
| आमुख | | *xi* |
| अभिस्वीकृति | | *xv* |
| **अध्याय 1: सूक्ष्मतरंग नलिकाएं** | | 1 |
| 1.1. | परिचय – सूक्ष्मतरंग एवं इनके उपयोग | 1 |
| 1.2. | भारत में सूक्ष्मतरंग नलिका का इतिहास | 3 |
| 1.3. | सूक्ष्मतरंग नलिका के उप-संयोजक | 5 |
| | 1.3.1. इलेक्ट्रॉन-गन | 5 |
| | 1.3.2. फोकसिंग संरचना | 6 |
| | 1.3.3. संयोग संरचना | 7 |
| | 1.3.4. युग्मक | 7 |
| | 1.3.5. संग्राहक | 8 |
| 1.4. | सूक्ष्मतरंग नलिका का विकास चक्र | 8 |
| 1.5. | सूक्ष्मतरंग नलिकाओं का वर्गीकरण | 11 |
| 1.6. | सूक्ष्मतरंग नलिकाओं की ठोस-अवस्था युक्तियों से तुलना | 14 |
| 1.7. | उपसंहार | 16 |
| | संदर्भिकाएं | 16 |

**अध्याय 2: सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक** 19

2.1. भूमिका 19

2.2. सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक के विभिन्न घटक 20

2.2.1. ठोस-अवस्था का शक्ति प्रवर्धक 20

2.2.2. प्रवर्धन तुल्यकारक 21

2.2.3. चल-तरंग नलिका 21

2.2.4. इलेक्ट्रॉनिक पावर कंडीशनर 22

2.3. सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक के विकास में विषमताएं 22

2.4. पारंपरिक सूक्ष्मतरंग प्रवर्धकों की तुलना में सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक 24

2.5. उपसंहार 24

संदर्भिकाएं 25

**अध्याय 3: जाइरो नलिकाएं** 27

3.1. भूमिका 27

3.2. भारत में जाइरो-युक्तियों का विकास 31

3.3. उच्च आवृत्तियों पर निर्वात इलेक्ट्रॉन नलिकाओं का प्रदर्शन 31

3.4. मिलीमीटर-तरंगों का उत्पादन और प्रवर्धन 32

3.5 अनुप्रस्थ संरचना आयाम के लिए धीमी-तरंग युक्ति की तीव्र-तरंग युक्ति से तुलना 34

3.6. जाइरो-युक्तियों के लक्षण और कार्यविधि 34

3.7. जाइरो-युक्तियों में प्रयुक्त तरंगनलिका मोड 41

3.8. किरण-मोड और तरंगनलिका-मोड विवर्तन प्रवृत्तियों के संघीकरण की शर्त 42

3.9. उपसंहार 43

संदर्भिकाएं 44

**अध्याय 4: साइक्लोट्रॉन रिजोनेन्स मेजर** 47

4.1. भूमिका 47

4.2. साइक्लोट्रॉन रेजोनेन्स मेजर का इतिहास 48

4.3. जाइरो-पिनियोट्रॉन की जाइरोट्रॉन से तुलना 49

4.4. साइक्लोट्रॉन रेजोनेन्स मेजर के उपयोग 49

4.4.1 रडार और रक्षा वैज्ञानिकी 50

4.4.2 मौसम, अंतरिक्ष और खगोल वैज्ञानिकी 50

4.4.3 प्लाज्मा एवं संलयन रिएक्टर वैज्ञानिकी 50

4.4.4 सामग्री विज्ञान एवं औद्योगिकी 51

4.4.5 जैविकी और चिकित्सा 53

4.5. जाइरोट्रॉन प्रौद्योगिकी के तहत विनिर्माण के लाभ 53

4.6. जाइरोट्रॉन-युक्ति 53

4.7. जाइरोट्रॉन-युक्ति के विभिन्न घटक 55

4.7.1 मैग्नेट्रॉन इंजेक्शन गन 55

4.7.2 बीम टनेल 56

4.7.3 संयोग संरचना कैविटी 56

4.7.4 सुपरकंडक्टिंग चुम्बक 56

4.7.5 नॉन-लीनियर टेपर 56

4.7.6 मोड लांचर और दर्पण अनुभाग 57

4.7.7 आर.एफ. खिड़की 57

4.7.8 संग्राहक 57

4.8. उपसंहार 58

संदर्भिकाएं 58

**अध्याय 5: जाइरो चल-तरंग नलिका** 61

5.1. भूमिका 61

5.2. जाइरो चल-तरंग नलिका 63

5.3. जाइरो चल-तरंग नलिका की बैण्डविड्थ व प्रवर्धन में बढ़त 64

5.4. उपसंहार 73

संदर्भिकाएं 74

# आमुख

सूक्ष्मतरंग (माईक्रोवेव) और मिलीमीटर-तरंग नलिकाओं का क्षितिज विस्तार उनके विभिन्न अनुप्रयोगों, जैसेः संचार, रडार, इलेक्ट्रॉनिक युद्ध, मिसाइल ट्रैकिंग और मार्गदर्शन, निर्देशित ऊर्जा हथियार, रिमोट सेंसिंग, औद्योगिक हीटिंग, सामग्री प्रसंस्करण, अतिताप, अपशिष्ट निश्तारण, प्लाज्मा नियंत्रित थर्मोन्यूक्लियर ऊर्जा रिएक्टर के लिए हीटिंग, चिकित्सा, जैविकी, स्पेक्ट्रोस्कोपी एवं अन्य अनुप्रयोगों के लिए उप-मिलीमीटर (टेराहर्ट्ज) तरंग क्षेत्र में भी जारी है। उच्च परिचालन आवृत्तियों पर पारंपरिक सूक्ष्मतरंग नलिकाओं और कम परिचालन आवृत्तियों पर क्वांटम यांत्रिक युक्तियों की सीमाओं से उत्पन्न होने वाले प्रौद्योगिकी एवं तकनीकी अंतराल को तीव्र-तरंग जाइरो-स्रोत, जैसेः जाइरोट्रॉन, और जाइरो-प्रवर्धक, जैसेः जाइरो-क्लाइस्ट्रॉन या जाइरो चल-तरंग नलिका के आगमन से दूर किया जा सकता है। इस तर्क के मद्देनजर, इस पुस्तक में ज्यादा तकनीकी गहराइयों में न जाते हुए सूक्ष्मतरंग और मिलीमीटर-तरंग निर्वात इलेक्ट्रॉनिक युक्तियों से सम्बंधित कुछ तथ्यों को उजागर करने का प्रयास किया गया है।

सम्पूर्ण पुस्तक को कुल पांच अध्यायों में वर्गीकृत किया गया है। प्रत्येक अध्याय के अंत में सम्बंधित ग्रंथसूची का समावेश है, जो पाठक के मस्तिष्क में उठने वाले जिज्ञासाओं के निवारण के लिए मददगार सिद्ध होगा। प्रथम अध्याय में सूक्ष्मतरंग नलिकाओं और इनके उप-संयोजकोंः इलेक्ट्रॉन-गन, फोकसिंग संरचना, संयोग संरचना, युग्मक और संग्राहक का परिचय देते हुए इनके उपयोगों पर चर्चा की गई है। सूक्ष्मतरंग नलिकाओं का विभिन्न आधारों पर वर्गीकरण किया गया है। सूक्ष्मतरंग नलिकाओं का ठोस-अवस्था युक्तियों से तुलना भी दर्शाया गया है। साथ-ही-साथ

हमारे देश भारत के परिपेक्ष में सूक्ष्मतरंग नलिकाओं के इतिहास और इनके विकास चक्र को वर्णित किया गया है ।

द्वितीय अध्याय में ठोस-अवस्था के शक्ति प्रवर्धक और छोटी चल-तरंग नलिका के प्रवर्धन योग पर बने सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक पर चर्चा की गई है। यहाँ सूक्ष्मतरंग शक्ति प्रतिरूपक के विभिन्न घटकों जैसे – ठोस-अवस्था का शक्ति प्रवर्धक, प्रवर्धन-तुल्यकारक, चल-तरंग नलिका और इलेक्ट्रॉनिक पावर कंडीशनर का सन्दर्भ देते हुए सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक के विकास में आने वाली विषमताओं का वर्णन किया गया है। इस अध्याय में सूक्ष्मतरंग शक्ति प्रतिरूपक का पारंपरिक सूक्ष्मतरंग प्रवर्धकों से तुलनात्मक अध्ययन भी सम्मिलित किया गया है।

तृतीय अध्याय में पारंपरिक सूक्ष्मतरंग नलिकाओं से अलग नई पीढ़ी की जाइरो नलिकाओं को स्थान दिया गया है। जाइरो नलिकाएं ऐसी युक्तियाँ हैं जो मिलीमीटर- और उप-मिलीमीटर-तरंग प्रसार में होने वाली तकनीकी अंतराल को भरने में सक्षम हैं। उच्च आवृत्तियों पर पारंपरिक निर्वात इलेक्ट्रॉन नलिकाओं के प्रदर्शन की सीमाओं को बताते हुए मिलीमीटर-तरंगों के उत्पादन और प्रवर्धन को दर्शाया गया है। उच्च आवृत्ति पर धीमी-तरंग युक्ति और तीव्र-तरंग युक्ति के अंतर को समझने के लिए दोनों स्थितियों में अनुप्रस्थ संरचना आयाम की तुलना की गई है। जाइरो-युक्तियों के लक्षण और कार्यविधि का वर्णन प्रस्तुत करते हुए जाइरो-युक्तियों में प्रयुक्त तरंगनलिका मोड प्रकार की चर्चा के साथ युक्तियों के कार्यबिंदु के लिए किरण-मोड और तरंगनलिका-मोड विवर्तन प्रवृत्तियों के संघीकरण की शर्त स्थापित की गई है। जैसा कि प्रथम अध्याय में भारत में पारंपरिक सूक्ष्मतरंग नलिकाओं के इतिहास की चर्चा की गई है, उसी प्रकार इस अध्याय में जाइरो-युक्तियों का भारत में विकास प्रस्तुत किया गया है।

चतुर्थ अध्याय में जाइरो श्रेणी के साइक्लोट्रॉन रिजोनेन्स मेजर पर चर्चा की गई है। साइक्लोट्रॉन रेजोनेन्स मेजर के इतिहास को दर्शाते हुए दो जाइरो स्त्रोतोंः जाइरो-पिनियोट्रॉन और जाइरोट्रॉन की एक दूसरे से तुलना की गई है। साथ में साइक्लोलट्रॉन रेजोनेन्स मेजर के विभिन्न वैज्ञानिक क्षेत्रो में उपयोग, जैसे – रडार और रक्षा वैज्ञानिकी, मौसम, अंतरिक्ष और खगोल वैज्ञानिकी, प्लाज्मा एवं संलयन रिएक्टर वैज्ञानिकी, सामग्री विज्ञान एवं औद्योगिकी, जैविकी और चिकित्सा को वर्णित

किया गया है। उच्च शक्ति की मिलीमीटर-तरंग आवृत्ति की आवश्यकता को समझते हुए जाइरोट्रॉन युक्ति को उसके विभिन्न घटकों के साथ प्रयुक्त ऊर्जा रूपांतरण की क्रियाविधि पर चर्चा की गई है। यहाँ जाइरोट्रॉन प्रौद्योगिकी के तहत विनिर्माण लाभ का भी वर्णन है।

अंतिम अर्थात पंचम अध्याय में जाइरो श्रेणी के एक प्रवर्धक जाइरो चल-तरंग नलिका के प्रसंग में चर्चा की गई है। जाइरो चल-तरंग नलिका अन्य जाइरो-प्रवर्धकों के अपेक्षा अधिक बैण्डविड्थ देने में सक्षम है, परन्तु और अधिक बैण्डविड्थ प्राप्त कराने के लिए विभिन्न तकनीकों का सारांश उल्लेखित किया गया है। इन तकनीकों में से एक तकनीक का विशेष अध्ययन कर यह दर्शाया गया है कि जाइरो चल-तरंग नलिका में चिकनी दीवार वाली संयोग संरचना के बजाय यदि संयोग संरचना के दीवार को धातु डिस्क से भारित किया जाए तो बैण्डविड्थ के साथ-साथ प्रवर्धन में भी बढ़त प्राप्त हो सकता है।

# अभिस्वीकृति

सर्वप्रथम मैं उनके प्रति आभार व्यक्त करना चाहूंगा जिन्होंने मुझे हिंदी पढ़ना-लिखना सिखाया, वो हैं मेरे आरम्भिक गुरुजन, जिसमें सबसे पहला नाम मेरी माँ श्रीमती मीना गुप्ता का है, उन्होंने मुझे हिंदी के अक्षरों से परिचित कराया।

मैं सहृदय धन्यवाद करना चाहूंगा प्रोफेसर बैद्यनाथ बसु, पूर्व प्रोफेसर और विभागाध्यक्ष, इलेक्ट्रॉनिक्स अभियांत्रिकी विभाग, प्रोद्योगिकी संस्थान (वर्तमान में, भारतीय प्रोद्योगिकी संस्थान), काशी हिन्दू विश्वविद्यालय, वाराणसी का जिनके मार्गदर्शन में मैंने इस पुस्तक के विषयवस्तु के सन्दर्भ में सीखा और साथ-ही-साथ उन्हीं के सानिध्य में तकनीकी लेखन का भी ज्ञान प्राप्त किया है।

मैं सूक्ष्मतरंग नलिका अनुसंधान तथा विकास केन्द्र (एम.टी.आर.डी.सी), रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (डी.आर.डी.ओ), रक्षा मंत्रालय के निदेशक एवं हिंदी विभाग के उपाध्यक्ष को इस पुस्तक के प्रकाशन हेतु दिए गये विभागीय अनुमति के लिए धन्यवाद देना चाहता हूँ। साथ-ही-साथ मैं रक्षा विज्ञान सूचना एवं प्रलेखन केन्द्र (डेसीडाक), रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (रक्षा मंत्रालय) के निदेशक को इस पुस्तक के डेसीडाक द्वारा प्रकाशन हेतु धन्यवाद देना चाहता हूँ।

मैं अपनी बहन श्रीमती अनुपम केशरी गुप्ता का धन्यवाद करना चाहूंगा, जिन्होंने इस पुस्तक को मूर्तरूप देते समय मुझे "ड", "ड़", "ढ" और "ढ़" के अंतरों को समझाया और उन्हें सुधारने एवं कई जगहों पर अन्य सुधारों में मदद किया है।

मैं एम.टी.आर.डी.सी., डी.आर.डी.ओ. एवं अन्य संस्थानों में कार्यरत मेरे उन सभी सहकर्मियों को धन्यवाद देना चाहूँगा, जिनसे मैंने इस पुस्तक के विषयवस्तुः सूक्ष्मतरंग और मिलीमीटर-तरंग निर्वात इलेक्ट्रॉनिक युक्तियों के अभिकल्पन एवं

विकास के सम्बन्ध में विचार-विमर्श किया है। मैं धन्यवाद देता हूँ, के. मंजु और श्रीमती लक्ष्मी थन्गाप्पन को जिन्होंने इस पुस्तक की विषय-सूची बनाने में मेरी सहायता किया है। मैं एम.टी.आर.डी.सी. के हिंदी विभाग के मेरे सभी सहकर्मियों को उनके सहयोग के लिए धन्यवाद देना चाहूँगा। अंत में, मैं अपने परिवार के सभी सदस्यों को उनके स्नेह, समर्थन और प्रोत्साहन के लिए धन्यवाद देना चाहता हूँ।

बेंगलूरु

डॉ विशाल केशरी

# अध्याय 1

# सूक्ष्मतरंग नलिकाएं

## 1.1 परिचय – सूक्ष्मतरंग एवं इनके उपयोग

विद्युत चुम्बकीय तरंगों का प्रसार रेडियो आवृत्तियों से गामा किरणों तक फैला हुआ है। यदि तरंग दैर्ध्य पर चर्चा करें तो बड़े भवनों के आकार से परमाणु नाभिक आकार तक विद्युत चुम्बकीय तरंगों का प्रसार है। विद्युत चुम्बकीय तरंगों के प्रसार में 30 किलोहर्टज से 0.3 गीगाहर्ट्ज के मध्य की आवृत्ति को आर.एफ., 0.3 से 30 गीगाहर्ट्ज के मध्य की आवृत्ति को सूक्ष्मतरंग, 30 से 300 गीगाहर्ट्ज के मध्य की आवृत्ति को मिलीमीटर-तरंग, और 300 से 3000 गीगाहर्ट्ज के मध्य की आवृत्ति को टेराहर्ट्ज या उप-मिलीमीटर-तरंग के नाम से जाना जाता है। सूक्ष्मतरंग या माइक्रोवेव, जिनका तरंग दैर्ध्य मापन 30 सेंटीमीटर से 1 मिलीमीटर होता है, के उत्पादन के लिए विभिन्न अर्धचालक (ठोस अवस्था) एवं निर्वात इलेक्ट्रॉन (सूक्ष्मतरंग नलिका) युक्तियों का प्रयोग होता है। अर्धचालक (ठोस अवस्था) युक्तियों के आरंभिक सफलतापूर्ण विकास के समय निर्वात इलेक्ट्रॉन युक्तियों का भविष्य धुंधला लगने लगा था, परन्तु यदि उच्च शक्ति की बात करें तो उच्च आवृत्ति प्रसार में इन निर्वात इलेक्ट्रॉन युक्तियों का अन्य कोई विकल्प नहीं है। साथ ही साथ अधिक शक्ति के उत्पादन या आवश्यकता की स्थिति में निर्वात इलेक्ट्रॉन युक्तियाँ अर्धचालाक युक्तियों को काफी पीछे छोड़ देती हैं।[1-9] (यह तुलना आगे की जाएगी।)

सूक्ष्मतरंगों के विभिन्न अनुप्रयोगों को (1) नागरिक बुनियादी जरूरत और उपभोक्ता बाजार (2) रक्षा या सेना (3) वैज्ञानिकी एवं (4) औद्योगिकी चार वर्गों में विभाजित कर सकते हैं। प्रथम वर्ग के उदाहरण के रूप में प्रसारण मीडिया,

प्रसारण (टीवी, रेडियो), रेलवे सैटेलाइट संचार, सेल्युलर (वायरलेस) संचार, ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम, रडार (एयर ट्रैफिक कंट्रोल, मौसम, समुद्री, इत्यादि), घरेलू सूक्ष्मतरंग ओवन (खाना पकाने के लिए), इत्यादि को रखा जा सकता है। रक्षा या सेना वर्ग में हम रडार (खोज, ट्रेकिंक, मिसाइल साधक, मौसम परीक्षण), इलेक्ट्रानिक विरोध उपाय (ई.सी.एम.), उच्च शक्ति सूक्ष्मतरंग हथियार, इत्यादि रख सकते हैं। प्लाज्मा हीटिंग और संलयन ऊर्जा अनुसंधान, आवेशित कण त्वरक, वायुमंडलीय रडार एवं ग्राउंड मर्मज्ञ रडार, रेडियो खगोल विज्ञान एवं सुदुर अंतरिक्ष संचार, मेडिकल एवं बायोमेडिकल, स्पेक्ट्रोस्कोपी एवं सामग्री प्रसंस्करण अनुसंधान, इत्यादि वैज्ञानिकी वर्ग के उदाहरण हैं। इसी प्रकार परीक्षण और इंस्ट्रूमेंटेशन, सामग्री प्रसंस्करण, औद्योगिक प्लाज्मा (विशेष रूप से अर्धचालक निर्माण के लिए) इत्यादि, औद्योगिकी वर्ग के उदाहरण हैं।[1-8]

**तालिका 1.1. विभिन्न आवृत्तियों पर उच्च शक्ति स्रोतों और प्रवर्धकों के अनुप्रयोग**[1-10]

| प्रणाली/अनुप्रयोग | आवृत्ति |
|---|---|
| उच्च-घनत्व संचार प्रणाली | 35 और 95 गीगाहर्ट्ज |
| लंबी-प्रसार और उच्च-संकल्प रडार | 35 और 95 गीगाहर्ट्ज |
| चरणबद्ध सरणी रडार | 35 और 95 गीगाहर्ट्ज |
| नियंत्रित थर्मोन्यूक्लियर ऊर्जा अनुसंधान | 110 - 170 गीगाहर्ट्ज |
| प्लाज्मा हीटिंग | 110 - 170 गीगाहर्ट्ज |
| प्लाज्मा गठन/संलयन (फ्यूजन) | 110 - 170 गीगाहर्ट्ज |
| प्लाज्मा रसायन | 75 गीगा हर्ट्ज |
| करंट ड्राइव, प्रोफाइल नियंत्रण एवं निदान | 28 - 1000 गीगाहर्ट्ज |
| अयान साइक्लोट्रॉन रिजोनेंन्स हीटिंग (ICRH) | > 100 गीगाहर्ट्ज |
| इलेक्ट्रान साइक्लोट्रॉन रिजोनेंन्स, हीटिंग (ECRH) | > 100 गीगाहर्ट्ज |
| औद्योगिक हीटिंग | 24 - 30 गीगाहर्ट्ज |
| द्रव्य प्रसंस्करण | 24 - 30 गीगाहर्ट्ज |
| अति-उच्च-आवृत्ति पर स्पेक्ट्रोस्कोपी<br>इलेक्ट्रॉन पैरामग्नेटिक रिसोनेंस (ई.पी.आर)<br>न्यूक्लियर मैग्नेटिक रिसोनेंस (एन.एम.आर.) | 371 - 414 गीगाहर्ट्ज |
| निर्देशित ऊर्जा हथियार (उच्च शक्ति सूक्ष्मतरंग) | एस - एक्स बैंड |
| मानचित्रण रडार | के यु बैंड |

## डी आर डी ओ मोनोग्राफ्स/विशेष प्रकाशन श्रृंखला

### पुस्तक के सम्बन्ध में

उच्च परिचालन आवृत्तियों पर पारंपरिक सूक्ष्मतरंग नलिकाओं और कम परिचालन आवृत्तियों पर क्वांटम यांत्रिक युक्तियों की सीमाओं से उत्पन्न होने वाले प्रौद्योगिकी एवं तकनीकी अंतराल को तीव्र-तरंग जाइरो-युक्तियों के आगमन से दूर किया जा सकता है। इस तर्क के मद्देनजर, इस पुस्तक में ज्यादा तकनीकी गहराइयों में न जाते हुए सूक्ष्मतरंग और मिलीमीटर-तरंग निर्वात इलेक्ट्रॉनिक युक्तियों से सम्बंधित कुछ तथ्यों को उजागर करने का प्रयास किया गया है। सम्पूर्ण पुस्तक को कुल पांच अध्यायों में वर्गीकृत किया गया है। प्रत्येक अध्याय के अंत में सम्बंधित ग्रंथसूची का समावेश है, जो पाठक के मस्तिष्क में उठने वाले जिज्ञासाओं के निवारण के लिए मददगार सिद्ध होगा। प्रथम अध्याय में सूक्ष्मतरंग नलिकाओं और इनके उप-संयोजकों और इनके उपयोगों पर चर्चा की गई है। द्वितीय अध्याय में ठोस-अवस्था के शक्तिप्रवर्धक और छोटी चल-तरंग नलिका के प्रवर्धन योग पर बने सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक पर चर्चा की गई है। इस अध्याय में सूक्ष्मतरंग-शक्ति-प्रतिरूपक का पारंपरिक सूक्ष्मतरंग प्रवर्धकों से तुलनात्मक अध्ययन भी सम्मिलित किया गया है। तृतीय अध्याय में पारंपरिक सूक्ष्मतरंग नलिकाओं से अलग नई पीढ़ी की जाइरो नलिकाओं को स्थान दिया गया है। जाइरो नलिकाएं ऐसी युक्तियाँ हैं जो मिलीमीटर और उप-मिलीमीटर तरंग प्रसार में होने वाली तकनीकी अंतराल को भरने में सक्षम हैं। इस अध्याय में जाइरो-युक्तियों का भारत में विकास प्रस्तुत किया गया है। चतुर्थ अध्याय में जाइरो श्रेणी के साइक्लोट्रॉन रिजोनेन्स मेजर पर चर्चा की गई है। साइक्लोट्रॉन रेजोनेन्स मेजर के इतिहास को दर्शाते हुए दो जाइरो स्त्रोतों: जाइरो-पिनियोट्रॉन और जाइरोट्रॉन की एक दूसरे से तुलना की गई है। अंतिम अर्थात पंचम अध्याय में जाइरो श्रेणी के एक प्रवर्धक–जाइरो चल-तरंग नलिका के प्रसंग में चर्चा की गई है। जाइरो चल-तरंग नलिका अन्य जाइरो-प्रवर्धकों के अपेक्षा अधिक बैण्डविड्थ देने में सक्षम है, परन्तु और अधिक बैण्डविड्थ प्राप्त कराने के लिए विभिन्न तकनीकों का सारांश उल्लेखित किया गया है।

### लेखक परिचय

**डॉ विशाल केशरी** ने सन् 2001 में पूर्वांचल विश्वविद्यालय, जौनपुर से भौतिकशास्त्र में स्नातकोत्तर की उपाधि, एवं सन् 2006 में काशी हिन्दू विश्वविद्यालय, वाराणसी से इलेक्ट्रॉनिक्स अभियांत्रिकी में पी.एच.डी. की उपाधि प्राप्त की। वह बिरला प्रौद्योगिकी संस्थान, मेसरा एवं भारतीय सूचना प्रौद्योगिकी संस्थान, इलाहाबाद में इलेक्ट्रॉनिक्स अभियांत्रिकी विभाग के प्रवक्ता रहे हैं। वर्तमान में वह सूक्ष्मतरंग नलिका अनुसंधान तथा विकास केन्द्र (एम.टी.आर.डी.सी), रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (रक्षा मंत्रालय) में वैज्ञानिक 'ई' के रूप में कार्यरत हैं। उनके शोध क्षेत्र में सूक्ष्मतरंग और मिलीमीटर-तरंग निर्वात इलेक्ट्रॉनिक युक्तियों का अभिकल्पन एवं विकास शामिल हैं। इनकी दो तकनीकी किताबें (1) डिस्क-लोडेड सर्कुलर वेवगाइड फॉर वाइडबैंड जाइरो-टी.डब्लू.टी., लैम्बर्ट अकादमिक पब्लिशिंग ए.जी. एंड कंपनी, जर्मनी, 2009 और (2) हाई पावर माइक्रोवेव ट्यूब: बेसिक्स एन्ड ट्रेंडस, इंस्टिट्यूट ऑफ फिजिक्स (आई.ओ.पी.), लंदन, 2017 (प्रेस में) एवं अंतर्राष्ट्रीय पत्रिकाओं में 20 से अधिक तकनीकी लेख प्रकाशित हुए हैं। विभिन्न अंतर्राष्ट्रीय एवं राष्ट्रीय सम्मेलनों में 60 से अधिक प्रपत्र प्रस्तुत किए हैं। इसके अलावा उन्होने हिन्दी में भी 25 से अधिक तकनीकी एवं गैर-तकनीकी लेख, कविताएँ एवं व्यंग्य प्रकाशित किए हैं। उन्हे कई अंतर्राष्ट्रीय एवं विभागीय स्तर के पुरस्कारों से सम्मानित किया गया है, जिसमें वर्ष 2012 डी.आर.डी.ओ. युवा वैज्ञानिक पुरस्कार भी शामिल है।

978-81-86514-61-0

मूल्य: ₹ 330/-
$16
£17

रक्षा वैज्ञानिक सूचना एवं प्रलेखन केन्द्र
रक्षा अनुसंधान तथा विकास संगठन
रक्षा मंत्रालय, भारत