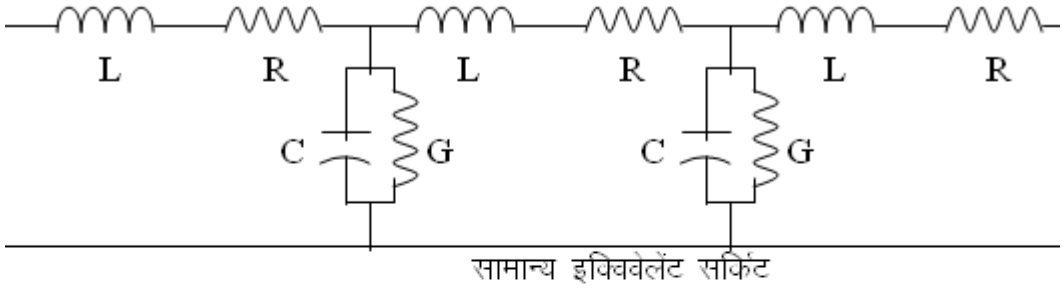
चैप्टर – 11
ट्रॉसमिषन लाईन/ऐन्टिना/वेव प्रोपागेशन

कम्यूनिकेषन सिस्टम में दो इन्टरकनेक्ट पाईन्ट ट्रॉसमीटर तथा एन्टेना एक दूसरे से अलग, कुछ दूरी पर होते है। इन ट्रॉसमीटर तथा एन्टेना के बीच का कनेक्षन ट्रॉसमिषन लाईन होती है। ट्रॉसमिषन लाईन का कार्य सिग्नल अथवा पॉवर को एक पॉईन्ट से दूसरे पॉईन्ट पर भेजना है।

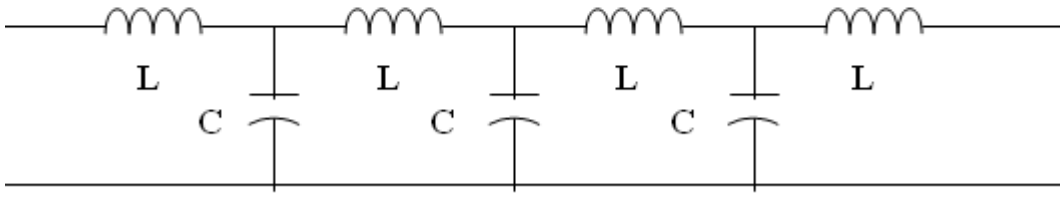
इलेक्ट्रिकल एनर्जी को एक स्थान से दूसरे स्थान पर भेजने के चालक माघ्यम को ट्रॉसमिषन लाईन कहते हैं।

ट्रॉसमिषन लाईन सिग्नल सोर्स तथा लोड के बीच दो कन्डक्टर्स को एक दूसरे के पैरेलल अथवा कोएक्सिल डाईइलेक्ट्रिक मटेरियल (इंसुलेटर) द्वारा सेपरेट करके बनाई जाती है। प्रत्येक कन्डक्टर की लंबाई तथा डाईमीटर होने से इसमे रेसिस्टेंस और इन्डक्टेंस होता है। चूँकि दो वॉयर एक–दूसरे के पास रहते हैं, उनके बीच कैपेसिटेंस भी होता है। दो वॉयर के बीच डाईइलेक्ट्रिक का इन्सुलेषन में थोडा करंट लीकेज होता है, जिसे षंट कन्डकटेंस कहते हैं। ये सभी क्वांटिटीस् ट्रॉसमिषन लाईन की लंबाई के समानुपाती होती है।

रेडियो फ्रिक्वेंसी पर इन्डक्टिव रिऐक्टेंस (X_L) रेसिस्टेंस R से बहुत अधिक तथा कैपेसिटिव ससेप्टेंस (G) भी षंट कन्डक्टेंस C से बहुत कम होता है। इसलिए रेसिस्टेंस R तथा ससेप्टेंस G इग्नोर किये जा सकते है।



सामान्य इक्विवेलेंट सर्किट



आर.एफ. इक्विवेलेंट सर्किट

इम्पीडेंस या प्रतिबाधा (Z) :- रजिस्टर, कैपेसिटर और इन्डक्टर के द्वारा किसी ए.सी. सर्किट के लिए उत्पन्न किये गये प्रतिरोध को इम्पीडेंस या प्रतिबाधा कहते है।

केरेक्टरस्टिक्स इम्पीडेंस (Zo) :- जब ट्रॉसमिषन लाईन की लंबाई अनंत हो, तब उस ट्रॉसमिषन लाईन के इनपुट पर मापा गया इम्पीडेंस उस ट्रॉसमिषन लाईन का केरेक्टरस्टिक्स इम्पीडेंस कहलाता है।

$$Zo = V / I$$

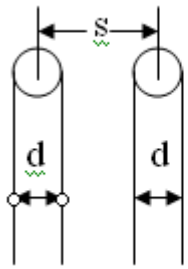
पैरेलल वॉयर लाईन के केरेक्टरस्टिक्स इम्पीडेंस का सूत्र निम्नलिखित हैः–

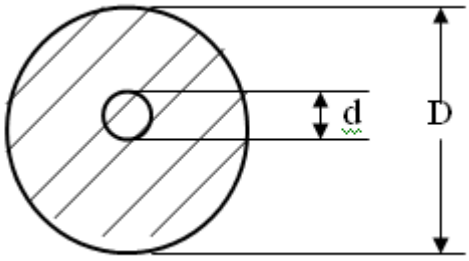
$$Zo = 276 \log 2s/d \ \Omega$$

कोऐक्सिएल लाईन के केरेक्टरस्टिक्स इम्पीडेंस का सूत्र निम्नलिखित हैः–

$$Zo = 138 / \sqrt{K} \ \log D/d \ \Omega$$

जहॉ K = इंसुलेषन का डाईइलेक्ट्रीक कांस्टेंट है।





यहॉ d = चालक का डायमीटर, s = पैरलल वायर के बीच की दूरी।

केरेक्टरस्टिक्स इम्पीडेंस की उपयोग की जाने वाली रेंज :

बेलेन्स्ड लाईन/पैरेलल बायर के लिए : 150 Ω to 600 Ω

अन बैलेन्स्ड/को–एक्सिएल लाईन के लिए : 40 Ω to 150 Ω

ट्रॉंसमिषन लाईन मे लॉस : ट्रॉंसमिषन लाईन में सिग्नल अथवा एनर्जी का लॉस निम्न तीन कारणों से होता है :

(1) रेडियेषन (2) कन्डक्टर हीटिंग और (3) डाई–इलेक्ट्रिक हीटिंग

(1) रेडियेषन लॉस :– यदि ट्रॉंसमिषन लाईन के निश्चित वैवलैन्थ के टुकडे को लेकर इसके कन्डक्टर्स के बीच सेपरेषन कर दिया जाता है, तो ट्रॉंसमिषन लाईन ऐन्टेना की तरह व्यवहार करती है, और रेडियेषन लॉस उत्पन्न होता है। रेडियेषन लॉस को–ऐक्सिएल लाईन की तुलना में पैरेलल वॉयर लाईन में अधिक होता है। रेडियेषन लॉस का मूल्यांकन करना कठिन है, अतः इसकी गणना करने की बजाय इसे मापा जाता है। किसी दी गई ट्रॉंसमिषन लाईन के लिए रेडियेषन लॉस फ्रिक्वेंसी के साथ–साथ बढ़ता जाता है। कुछ हाई फ्रिक्वेंसी पर ट्रॉंसमिषन लाईन के सिरे पर रेडियषन लॉस की उपयोगिता भी होती है।

(2) कन्डक्टर हीटिंग लॉस या I^2R लॉस या कॉपर लॉस :- कन्डक्टर के साथ रेसिस्टेंस का समागम होने से ट्रॉंसमिषन लाईन में कॉपर लॉस होता है। यह लॉस हीट के रूप में होता है। ट्रॉंसमिषन लाईन में कन्डक्टर हीटिंग लॉस करंट के समानुपाती तथा केरेक्टरस्टिक्स इम्पीडेंस के व्यूत्क्रमानुपाती होता है। कन्डक्टर हीटिंग लॉस फ्रिक्वेंसी पर र्निभर होने से फ्रिक्वेंसी बढ़ने के साथ साथ बढ़ता है।

(3) डाई–इलेक्ट्रीक हीटिंग लॉस :– यह लॉस भी हीट के रूप में होता है, तथा डाईइलेक्ट्रिक के द्वारा लीकेज होने से होता है। डाई–इलेक्ट्रीक हीटिंग लॉस वोल्टेज के सामानुपाती तथा किसी भी ट्रॉंसमिट होने वाली पॉवर के लिए केरेक्टरिस्टिक्स इम्पीडेंस के व्युतक्रमानुपाती होता है। यह ठोस डाई–इलेक्ट्रिक वाली ट्रॉंसमिषन लाईन में फ्रिक्वेंसी के साथ साथ बढ़ता जाता है। किसी डाई–इलेक्ट्रिक माध्यम का फ्रिक्वेंसी के साथ साथ लास बढ़ना क्रमशः उसके खराब होने का गुण है। वायु के डाई–इलेक्ट्रिक होने पर यह लॉस नगण्य होता है।

पैरेलल वॉयर लाईन और को–ऐक्सियल केबल के बीच अंतर

क्रमांक	पैरेलल वॉयर लाईन	को.ऐक्सियल केबल
1.	पैरेलल वॉयर लाईन बैलेंस टाईप की होती है।	को–ऐक्सियल लाईन अनबैलेंस टाईप की होती है।
2.	पैरेलल वॉयर लाईन के केरेक्टरिस्टिक्स इम्पीडेंस का सुत्र $Z_o = 276 \log 2s/d\ \Omega$ होता है।	को–एक्सियल लाईन के केरेक्टरिस्टिक्स इम्पीडेंस का सुत्र $Zo = 138/\sqrt{k}\ \log D/d\ \Omega$ होता है।
3.	पैरेलल वॉयर लाईन का केरेक्टरिस्टिक्स इम्पीडेंस 150Ω से 600Ω के बीच होता है।	को–एक्सियल लाईन का केरेक्टरिस्टिक्स इम्पीडेंस 40Ω से 150Ω के बीच होता है।
4.	पैरेलल वॉयर लाईन में लॉसेस अधिक होते हैं।	को–एक्सियल लाईन में लॉसेस कम से कम

		लॉसलेस होती है।
5.	पैरेलल वॉयर लाईन का इंस्टालेषन कठिन है।	को – एक्सियल लाईन का इंस्टालेषन सरल है।
6.	पैरेलल वॉयर लाईन मे डाईइलेक्ट्रिक वायु हा सकती है।	को–एक्सियल लाईन में टेफलॉन और पोलीथिलेन या अन्य ठोस डाईइलेक्ट्रिक का उपयोग किया जाता है।
7.	पैरेलल वॉयर लाईन लो और हाई फ्रिक्वेंसी ट्रॉसमिषन के लिए उपयोग की जाती है। जैसे :– डाइपोल, फोल्डेड डाइपोल व रोह्मबिक ऐंटिना में।	को–एक्सियल लाईन हाई फ्रिक्वेंसी वी.एच. एफ, यु.एच.एफ, और माईक्रोवेव के ट्रॉसमिषन के लिए उपयोग की जाती है।
8.	पैरेलल वॉयर लाईन में अधिक रेडियेषन तथा क्रॉसटॉक होने से इन्टरफेरेन्स होता है।	को–एक्सियल लाईन में रेडियेषन तथा क्रॉसटॉक नहीं होने से इन्टरफेरेन्स नही होता है।

रेजोनेन्ट और नॅान–रेजोनेन्ट ट्रॅांसमिषन लाईन :–

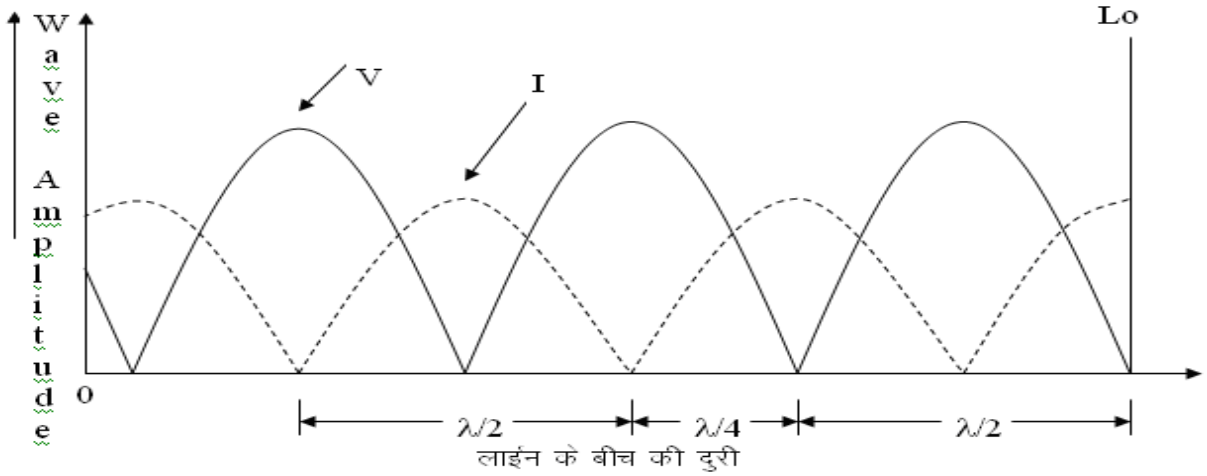
नॅान–रेजोनेन्ट ट्रॅांसमिषन लाईन :- जब ट्रॅांसमिषन लाईन की लंबाई अनिश्चित होती है, तथा यह इसके केरेक्टरस्टिक्स इम्पीडेंस से टरमिनेट होती है, तो उसे नॅान–रेजोनेन्ट ट्रॅांसमिषन लाईन या फ्लेट लाईन कहते हैं। लॉसलेस ट्रॅांसमिषन लाईन में किसी भी पांईट पर वोल्टेज और करंट स्थिर रहते हैं। यदि ट्रॅांसमिषन लाईन में लॉसेस होते हैं, तो वोल्टेज और करंट सोर्स से लोड की ओर कम होते जाते हैं।

रेजोनेन्ट ट्रॅांसमिषन लाईन :– जब ट्रॅांसमिषन लाईन षॉर्ट सर्किट अथवा ओपन सर्किट से टरमिनेट होती है, तो इस प्रकार के टर्मिनेषन में कोई पॉवर खर्च नहीं होती है, और ट्रॅांसमिषन लाईन की पूरी पॉवर जैनेरेटर पर रिफ्लेक्ट हो जाती है। यदि ट्रॅांसमिषन लाईन लॉसेलस है, तो वैव को ट्रॉसमिट करने के तुरंत बाद जनेरेटर को षॉर्ट सर्किट के द्वारा रिप्लेस किया जाना चाहिए। परंतु प्रायोगिक रूप से ऐसा संभव नहीं होता है। ट्रॅांसमिषन लाईन लॉसेलैस होने के कारण पॉवर के रिफ्लेक्ट होने को कभी भी कम नहीं किया जा सकता है। तब इस ट्रॅांसमिषन लाईन को रेजोनेन्ट ट्रॅांसमिषन लाईन कहते हैं, क्योंकि इसमें रेजोनेन्ट एल.सी. सर्किट से समानता होती है। रेजोनेन्ट ट्रॅांसमिषन लाईन के लिए आवश्यक है कि ट्रॅांसमिषन लाईन की लंबाई λ अथवा उसके मल्टीपल होनी चाहिए, तथा दूर का सिरा ओपन सर्किट रहना चाहिए।

स्टेन्डिंग वेव्स :- जब ट्रॅांसमिषन लाईन को जैनेरेटर द्वारा पॉवर दी जाती है, तो वोल्टेज और करंट उत्पन्न होता है, जिसका मान केरेक्टरस्टिक्स इम्पीडेंस तथा दी गई पॉवर पर निर्भर करता है।

यदि लोड इम्पीडेंस (Z_L) तथा केरेक्टरस्टिक्स इम्पीडेंस (Z_O) एक–दूसरे के बराबर ($Z_L = Z_O$) हो, तो लोड (ऐन्टिना) के द्वारा पूरी पॉवर शोषित कर ली जाती है, और कोई पॉवर रिफ्लेक्ट नहीं होती है। जनेरेटर तथा लोड के बीच केवल वोल्टेज और करंट की ट्रैवलिंग वैव्स उपस्थित रहती है।

यदि लोड इम्पीडेंस (Z_L) केरेक्टरस्टिक्स इम्पीडेंस (Z_O) के बराबर नहीं है, तो कुछ पॉवर शोषित होती है, और शेष रिफ्लेक्ट हो जाती है। इस तरह वोल्टेज और करंट का एक सेट लोड की ओर ट्रेवल करता है, तथा रिफ्लेक्टेड सेट वापस जैनेरेटर की ओर ट्रेवल करता है। विपरीत दिशाओं में ट्रेवलिंग वैव के ये दोनों सेटस एक इन्टरफेरेन्स पेटर्न सेटअप करते हैं, जिसे स्टेन्डिंग वेव कहते हैं।



स्टेन्डिंग वेव रेषियो :– ट्रॅांसमिषन लाईन में अधिकत्म करंट अथवा वोल्टेज तथा न्यूनत्म करंट अथवा वोल्टेज का अनुपात स्टेन्डिंग वेव रेषियो कहलाता है।

स्टेन्डिंग वेव रेषियो ट्रॅांसमिषन लाईन तथा लोड के बीच मिस्मैच की माप है। जब ट्रॅांसमिषन लाईन और लोड आपस में परफेक्टली मैच्ड़ होते हैं, तो स्टेन्डिंग वेव रेषियो 1 होता है। जब ट्रॅांसमिषन लाईन प्योरली रेसिसटिव लोड़ से टरमिनेटेड की जाती है, तो स्टेन्डिंग वेव रेषियो इस सूत्र से निकालते है

$$SWR = Z_O / Z_L$$

अथवा $$SWR = Z_L / Z_O$$

नोट :– स्टेन्डिंग वेव रेषो हमेशा 1 से अधिक होता है, और आईडियल केस में 1 होता है।
स्टेन्डिंग वेव रेषियो के पॉवर का फार्मूला इस प्रकार है :–

$$SWR = \frac{P_F + P_R}{P_F - P_R}$$

जहॉ, P_F = फॉरवर्ड पॅावर P_R = रिफ्लेक्टेड पॅावर

रिफ्लेक्षन कोफीषिऐन्ट (Kr) :– ट्रॅासमिषन लाईन और लोड के बीच मिसमैच को मापने के लिए दूसरा फैक्टर रिफ्लेक्षन कोफीषिऐन्ट (Kr) है।

रिफ्लेक्षन कोफीषिऐन्ट को निर्धारित करने के लिए रिफ्लेक्टेड वोल्टेज को इन्सीडेन्ट वोल्टेज से भाग देते है, अथवा रिफ्लेक्टेड करंट को इन्सीडेन्ट करंट से भाग दिया जाता है।

दूसरे शब्दों में रिफ्लेक्टेड वोल्टेज या करंट तथा इन्सीडेन्ट वोल्टेज या करंट का अनुपात रिफ्लेक्षन कोफीषिऐन्ट (Kr) कहलाता है। अर्थात रिफ्लेक्टेड वेव के एम्पलीट्यूड और इन्सीडेन्ट वेव के एम्पलीट्यूड का अनुपात रिफ्लेक्षन को–ईफीषिऐन्ट (Kr) कहलाता है।
चॅूकि विषेष परिस्थितियों में रिफ्लेक्टेड वेव शून्य होती है तो Kr के लिए विषेष मान शून्य होता है।

$$Kr = V_{ref} / V_{inc.}$$

अथवा, $$Kr = I_{ref} / I_{inc.}$$

चॅूकि स्टेंडिग वेव रेषो और रिफ्लेक्षन कोफीषिऐन्ट दोनों यह बताते है कि कितना कम मिसमैच विद्यमान है, और उनके बीच एक संबंध होना चाहिए। इस प्रकार से एक संबंध विद्यमान होता है,

$$SWR = \frac{Kr + 1}{1 - Kr}$$

रिफ्लेक्षन को–ईफीषिऐन्ट को लोड रजिस्टेंस और केरेक्टरस्टिक इम्पीडेंस की टर्म में भी व्यक्त करना संभव है। केरेक्टरस्टिक इम्पीडेंस और लोड रजिस्टेंस में एक दूसरे में असमानता होना ही Kr का मान शून्य नहीं होने का मुख्य कारण है। अतः यह संबंध भी विद्यमान रहता है :

$$Kr = \frac{Z_L - Zo}{Z_L + Zo}$$

रिफ्लेक्षन को–ईफीषिऐन्ट का मेग्नीट्यूड ट्रॉस्मीषन लाईन की लंबाई पर निर्भर नहीं करता है, यह केवल लोड इम्पीडेंस और ट्रॉस्मीषन लाईन के इम्पीडेंस पर निर्भर करता है। यदि $Z_L = Zo$ हो तो लाईन ''मैच्ड'' होती है। इस केस में कोई मिसमैच लॉस नहीं होता है और पूरी पॉवर लोड पर ट्रॉसफर होती है।

ध्यान देने योग्य बात यह है कि नेगेटिव रिफ्लेक्षन कोफीषिऐन्ट का अर्थ है कि रिफ्लेक्टेड वेव 180^0 फेसषिफ्ट प्राप्त होती है।

नोट :– रिफ्लेक्षन कोफीषिऐन्ट को कैपिटल गामा (γ) से भी दर्षाते है।

इम्पीडेंस मेचिंग :–. कम्यूनिकेषन नेटवर्क में एलीमेन्ट इस प्रकार से डिजाईन किया जाना चाहिए कि लाईन और लोड के बीच अधिकतम पॉवर ट्रॉंसफर हो सके। यह मैक्सिमम पॉवर ट्रॉंसफर थ्योरम के द्वारा निश्चित किया जाता है। इलेक्ट्रोमेग्नेटिक एनर्जी के परफेक्ट रेडियेषन के लिए एन्टेना का इनपुट इम्पीडेंस तथा ट्रॉंसमिषन लाईन का केरेक्टरस्टिक्स इम्पीडेंस बराबर होना चाहिए। यदि ये दोनों बराबर नहीं होंगे, तो ट्रॉंसमिषन लाईन में स्टेन्डिंग वेव उपस्थित रहेगी, जिसके कारण पॉवर का लॉस होगा।

''जब एक नेटवर्क का इम्पीडेंस दूसरे नेटवर्क के इम्पीडेंस से समान होगा, तब दो टर्मिनल्स पर अन्य नेटवर्क द्वारा दी गई पॉवर पहले नेटवर्क द्वारा अधिकतम ग्रहण की जाती है।''

अर्थात जब लोड इम्पीडेंस, सोर्स इम्पीडेंस के बराबर किन्तु अपोजिट तब यह इन साईन होता है, सोर्स से लोड को अधिकतम पॉवर प्राप्त होती है। (यदि सोर्स कैपेसिटिव है, तो लोड का इन्डक्टिव होना आवश्यक होता है, अथवा इसका विपरीत।

जब उपरोक्त अवस्था प्राप्त होती है तो इसे ही इम्पीडेंस मेचिंग कहते हैं।

मेचिंग के प्रकार :- मेचिंग चार प्रकार से होती है–

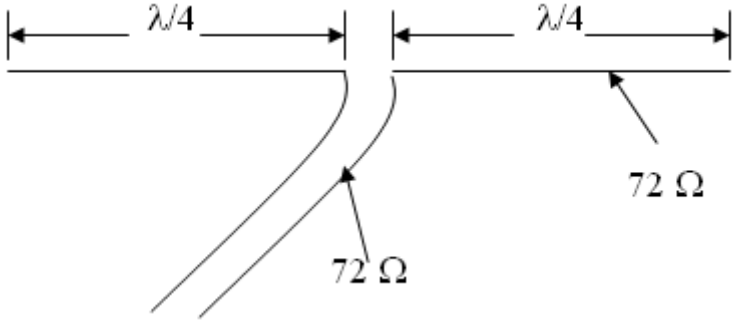
1 डायरेक्ट /नेचुरल मेचिंग

2 डेल्टा मेचिंग

3 स्टब मेचिंग :– (a) षार्ट–सर्किट स्टब (b) ओपन सर्किट स्टब

4 क्वार्टर वैव ट्रॉंस्फॉर्मर मेचिंग

(1) डायरेक्ट/नेचुरल मेचिंग :- जब ट्रॉंसमिषन लाईन का केरेक्टरस्टिक्स इम्पीडेंस, एंटेना के फीड पाईन्ट के इम्पीडेंस के बराबर होता है, तो ट्रॉंसमिषन लाईन एंटेना से डायरेक्ट कनेक्ट कर दी जाती है। इसे ही डाईरेक्ट या नेचुरल मेचिंग कहते हैं।

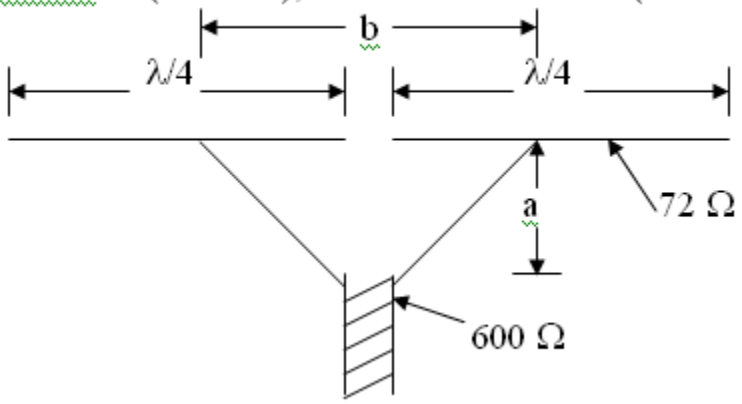


उदाहरण – को–एक्सिएल केबल से डाइपोल एंटेना को जोडना।

(2) डेल्टा मेचिंग :– जब 600 Ω की फीडर लाईन (ट्रॉंसमिषन लाईन) को एक डायपोल एंटेना पर फीड किया जाना हो, तो डेल्टा मेचिंग की आवश्यकता होती है। डायपोल एंटेना का इम्पीडेंस उसके सेंटर में न्यूनतम तथा छोर पाईंट पर अधिकतम होता है। डेल्टा मेचिंग में एंटेना के सेंटर पाईंट से एक निश्चित

दूरी पर छोर पाईंट की ओर ट्रॉसमिषन लाईन को जोडा जाता है। इन पाईंटस् को निम्न फार्मूले से ज्ञात करते हैं :

A फिट मे = 148 / f (in Mhz), B फिट मे = 118 / f (in MHz)



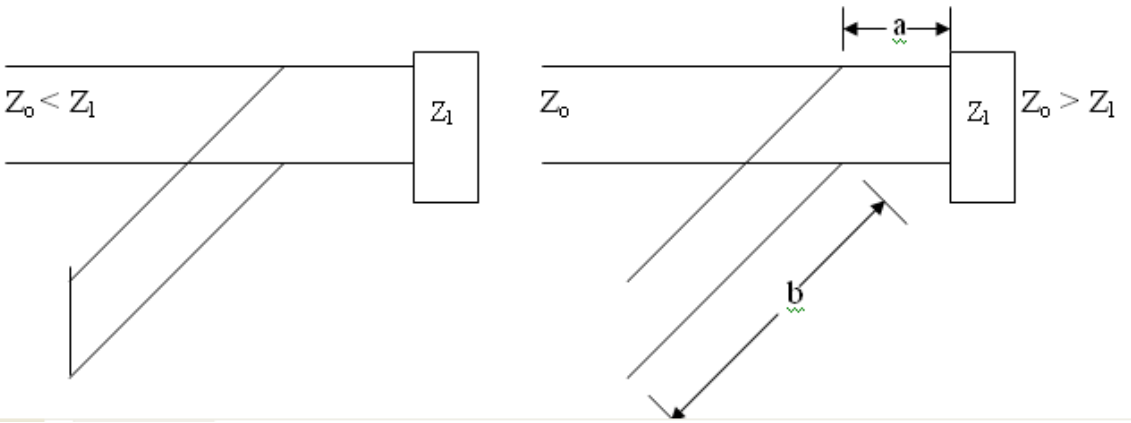
(3) स्टब / stub मेचिंग :– स्टब ट्रॉसमिषन लाईन का एक टुकडा होता हैं, इसकी लंबाई λ/4 से कम अथवा λ/4 से ज्यादा एडजस्टेबिल होती है। इसका उपयोग इम्पीडेंस मेचिंग के लिए किया जाता है। स्टब दो प्रकार के होते हैं :

1 षार्ट–सर्किट स्टब।

2 ओपन–सर्किट स्टब।

अधिकतर षार्ट सर्किट स्टब का ही उपयोग किया जाता है। क्योंकि ओपन सर्किट लाईन के टुकडे में रेडियेषन खुले सिरे से ज्यादा होता हैं।

(1) शार्ट–सर्किट एन्ड (2) ओपन एन्ड



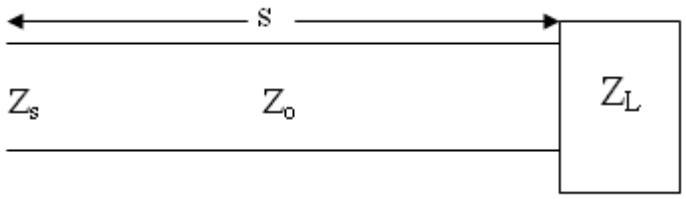
a व b की गणना स्मिथ चार्ट की सहायता से की जाती है।

स्टब के लाभ :–

(1) स्टब रिजिड और एडजस्टबिल दोनों प्रकार के बनाए जा सकते हैं।

(2) ये उच्च फ्रिक्वेंसी जैसे यू एच एफ के लिए उपयोग किये जाते है।

(4) क्वार्टर वैव λ/4 ट्रॉसफॉर्मर मेचिंग :- क्वार्टर वैव ट्रॉसफॉर्मर मेचिंग λ/4 लंबाई की ट्रॉसमिषन लाईन में कम इम्पीडेंस से अधिक इम्पीडेंस तथा विपरीत मेचिंग के लिए डिजाईन किये जाते हैं।



चित्रानुसार, एक S लंबाई की Zo केरेक्टरस्टिक्स इम्पीडेंस की ट्रॅंसमिषन लाईन के टुकडे को Z_L इम्पीडेंस के लोड से कनेक्ट किया जाता है। जब ट्रॅंसमिषन लाईन की लंबाई क्वार्टर वैव लैंथ (अथवा क्वार्टर वैव लैंथ का विषम नम्बर) हो और लाईन लॉसलैस हो तो इम्पीडेंस Z_s को निम्न फार्मूले से दर्शाया जाता है।

$$Z_s = Z_o^2 / Z_L$$

अथवा $Z_o = \sqrt{Z_s \cdot Z_L}$

जहॉ : Z_s = सोर्स इम्पीडेंस
Z_L = लोड इम्पीडेंस,
Z_0 = केरेक्टरस्टिक्स इम्पीडेंस / डिजाईन किया गया ट्रॅंसफॉर्मर इम्पीडेंस

सामान्यतः पैरेलल कन्डक्टर का करेक्टरेस्टिक्स इम्पीडेंस बायर की मोटाई तथा कन्डक्टर्स के बीच की स्पेसिंग पर निर्भर करता है। क्वार्टर वैव ट्रॅंसफॉर्मर की लंबाई $\lambda/4$ केवल एक फ्रिक्वेंसी के लिए होती है, इसलिए यह सेण्टर फ्रिक्वेंसी पर निर्भर होता है, और इस कारण से यह एक उच्च–क्यू ट्यून्ड सर्किट के समान होता है। ब्रॉडबेन्ड इम्पीडेंस मेचिंग की आवष्यकता होने पर ट्रॅंसफॉर्मर (इसके क्यू को कम रखने के लिए) अधिक रजिस्टेंस के वॉयर से बनाए जाते हैं। जिससे इसकी बेन्डविडथ बढती है।

♦ ऐन्टिना ♦

जब कन्डक्टर्स को इस प्रकार से जमाया जाए, कि वह ट्रॅंसमीटर या रिसीवर का संबंध स्पेस अंतरिक्ष से करा सके, ऐन्टिना कहलाता है। ऐन्टिना के कन्डक्टर्स के आकार से यह निर्धारित होता है, कि वह कितनी मात्रा में इलेक्ट्रोमेग्नेटिक वैव को स्पेस में फैलाएगा अथवा स्पेस से ग्रहण करेगा। ऐन्टिना को जब ट्रॅंसमीटर से जोडते है, तो वह आर.एफ. एनर्जी को रेडियेट करता है, तथा रिसीवर से कनेक्ट किये जाने पर आर.एफ. एनर्जी को रिसीव करता है।

ऐन्टिना के आकार के अनुसार ही उसका इम्पीडेंस होता है। अतः ऐन्टिना का इम्पीडेंस रिसीवर तथा ट्रॅंसमीटर से मैच होना चाहिए।

ऐन्टिना के प्रकार :- कम्यूनिकेषन सिस्टम में कई प्रकार के ऐन्टिना उपयोग किये जाते है, जो इस प्रकार से है :–

(1) यागी ऐन्टिना
(2) व्हिप ऐन्टिना
(3) ग्राउन्ड प्लेन (जी.पी.) ऐन्टिना
(4) डाइपोल ऐन्टिना
(5) हेलीकल ऐन्टिना
(6) डिष टाईप ऐन्टिना
(7) कोन टाईप ऐन्टिना
(8) हॉर्न टाईप ऐन्टिना
(9) रोहम्बिक ऐन्टिना
(10) लॉग पिरिओडिक ऐन्टिना
(11) लूप ऐन्टिना
(12) लेंस ऐन्टिना

ऐन्टिना की लंबाई :- ऐन्टिना की लंबाई कार्यरत फ्रिक्वेंसी की वेवलैंथ के द्वारा निर्धारित की जाती है।

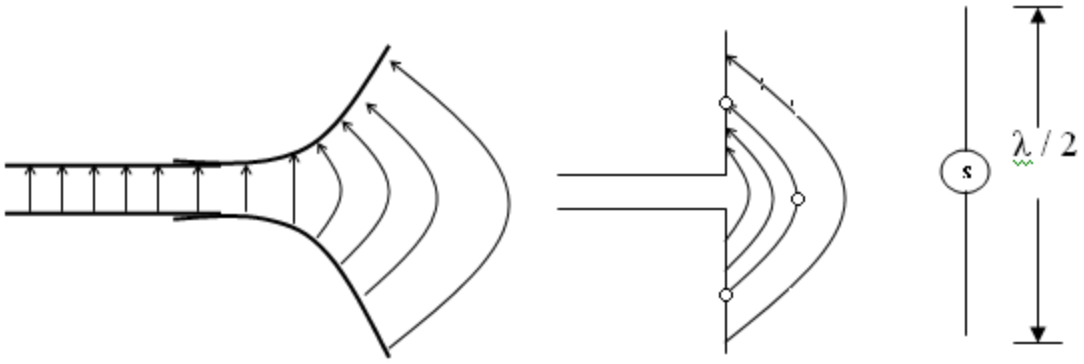
वेवलैंथ (λ) = fफ्रक्वेंसी वेग (v) / फ्रिक्वेंसी (f)
अथवा $\lambda = v / f$

अथवा $\lambda = 300 / f$ (मेगा हर्ट्ज में) मीटर

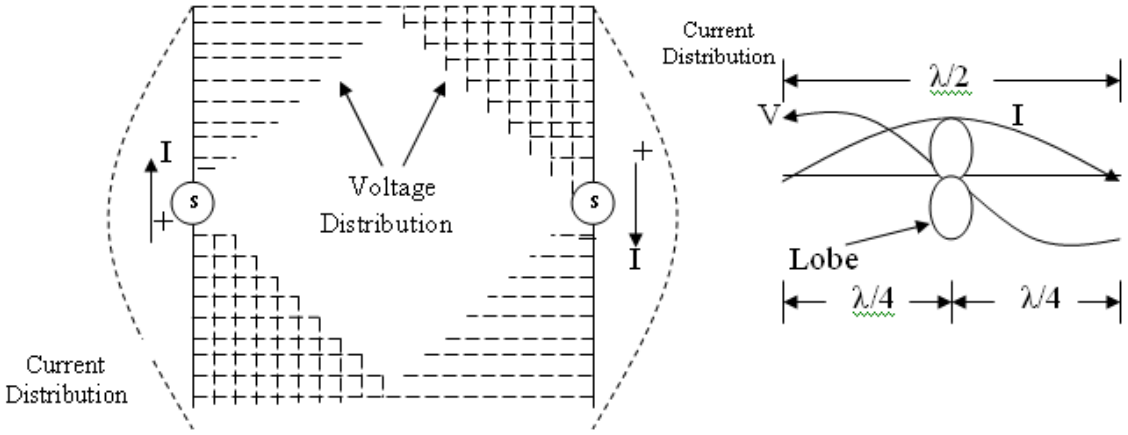
वोल्टेज और करंट का वितरण :- दो पैरेलल वायरों के बीच बहुत कम मात्रा में रेडियेषन हो पाता है। यदि इन वायरों को हम निम्न चित्र के आकार में खोल दें, तो इलेक्ट्रिक फील्ड तथा मेग्नेटिक फिल्ड का संपर्क अंतरिक्ष के चारों ओर से हो जाता है, परिणामस्वरूप अधिकतम रेडियेषन होने लगता है। इस प्रकार का रेडियेटर डाइपोल कहलाता है।

$$\lambda = v / f$$

जब दोनों वॉयरों की कुल लंबाई हॉफ वेवलैंथ होती है, तो उस ऐन्टिना को हॉफवेव डाइपोल कहते है।



हॉफ वेव डाइपोल के कुछ पॉईन्ट पर वोल्टेज देने के परिणामस्वरूप वहॉ वोल्टेज और करंट रहती है, तथा ट्रैवलिंग वेव प्रारंभ होती है, और संभावित स्टेन्डिंग वेव बनती है। इसका अर्थ यह है कि ऐन्टिना में वोल्टेज और करंट एक पॉईन्ट से अगले पॉईन्ट पर जाता है।



एक हॉफ वेव डाइपोल पर वोल्टेज और करंट का वितरण करने पर क्वार्टर वेव के टुकडे पर ट्रॉसमिशन लाईन के दोनों छोर आपस में एक–दूसरे से ओपन सर्किट होते हैं। ऐन्टिना के फीड पॉईन्ट पर वोल्टेज न्यूनतम और करंट अधिकतम होता है, अतः ट्रॉसमिशन लाईन पर ओपन सर्किट से $\lambda/4$ की दूरी पर एक अभिन्न स्थिति उत्पन्न होती है। पुनः उसी तरह प्रत्येक हॉफ साईकिल के बाद वोल्टेज और करंट की दिषा विपरीत होती है।

रेडिऐषन रजिस्टेंस :– ऐन्टिना द्वारा रेडिऐट होने वाली पॉवर तथा फीड पॉइन्ट की करंट के वर्ग का अनुपात रेडिऐषन रजिस्टेंस कहलाता है। यह ए.सी. रजिस्टेंस होता है।

$$R_r = P / I^2$$

ऐन्टिना की दक्षता :– ऐन्टिना से रेडिऐट होने वाली पॉवर तथा ऐन्टिना को दी गई पॉवर के अनुपात को ही ऐन्टिना की दक्षता कहते हैं। दूसरे शब्दों में रेडिऐषन रजिस्टेंस और कुल रजिस्टेंस के अनुपात को ऐन्टिना की दक्षता कहते हैं।

$$\eta = R_r / R_r + R_d$$

यहाँ, η = ऐन्टिना की दक्षता, R_r = रेडिऐषन रजिस्टेंस तथा R_d = लम्प्ड रजिस्टेंस है।

R_d निम्न से मिलकर बनता है :

(1) ग्राउन्ड रजिस्टेंस

(2) डाइइलेक्ट्रिक

(3) मेटालिक ऑब्जेक्ट (गाई वायर, अन्य ऐन्टिना व कन्डक्टर्स) में प्रेरित भंवर धारा (eddy करंट)

डायरेकटिव गेन :– किसी निष्चित दिषा और दूरी में ऐन्टिना द्वारा रेडिऐट होने वाली पॉवर घनत्व तथा एक आईसोट्रोपिक ऐन्टिना द्वारा उसी दिषा और दूरी में रेडिऐट होने वाली पॉवर घनत्व के अनुपात को डाईरेक्टिव गेन कहते हैं। अतः पॉवर घनत्व का अनुपात डाईरेक्टिव गेन कहलाता है। सभी प्रेक्टिकल ऐन्टिना का डाईरेक्टिव गेन एक से अधिक होता है। इसे डेसिबल में लिखा जाता है।

$$G_D = P_o / P_i$$

डाइरेक्टिविटी :– किसी प्रेक्टिकल ऐन्टिना की अधिकतम रेडिऐषन की दिषा में उसका डाइरेक्टिव गेन अधिकतम होता है, इसे ही डाइरेक्टिविटी कहते हैं। अर्थात अधिकतम डाइरेक्टिव गेन उस ऐन्टिना की डाइरेक्टिविटी कहलाती है।

$$D = G_{D\,(max.)}$$

पॉवर गेन :– एंटेना की दक्षता तथा डाइरेक्टिविटी का गुणनफल पॉवर गेन कहलाता है।

$$A_p = \eta D$$

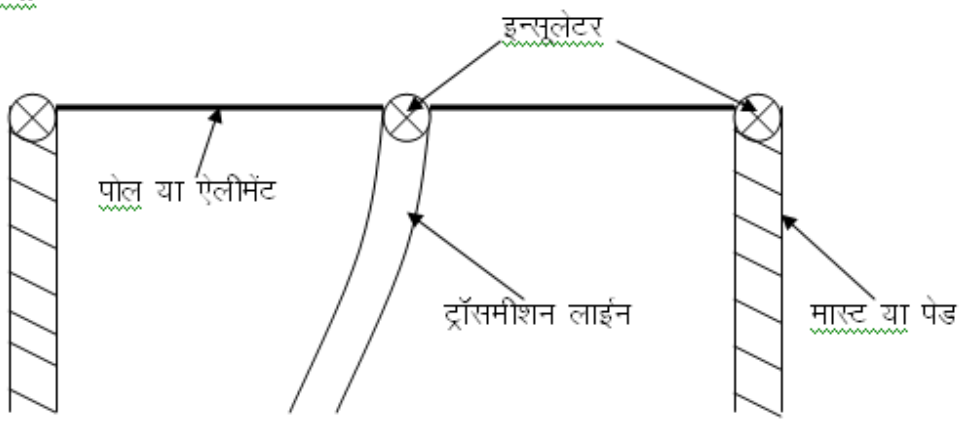
आईसोट्रोपिक ऐंटिना :– यह एक स्टेन्डर्ड रेफरेंस ऐन्टिना है, जो सभी दिषाओं में एक समान इनर्जी रेडिऐट करता है, इसलिए इसका रेडिऐषन पैटर्न गोलाकार होता है। (वास्तव में इस प्रकार का ऐन्टिना विद्यमान नहीं है।)

रेडियेषन पैटर्न :– रेडियेषन पैटर्न ऐन्टिना से ट्रॉसमिट अथवा रिसीव होने वाली फील्ड स्ट्रेंन्थ का ग्राफिकल चित्रण होता है। अर्थात ऐन्टिना स्पेस में उर्जा को किस प्रकार ट्रॉसमिट अथवा स्पेस से उर्जा को किस प्रकार रिसीव करता है, ऐन्टिना का रेडियेषन पैटर्न कहलाता है।

दूसरे शब्दों में रेडियेषन पैटर्न ऐन्टिना द्वारा किसी निष्चित दिषा में रेडियेट अथवा रिसीव की गई पॉवर को दर्षाता है।

ऐन्टिना का रेडियेषन पैटर्न एक नियत दूरी पर ऐन्टिना से विभिन्न दिषाओं में रेडियेट फील्ड की रिलेटिव स्ट्रेन्थ से बताया जाता है। रेडियेषन पैटर्न त्रि–आयामी होता है।

डाईपोल एंटेना :–



(1) इसमें दो पोल अथवा ऐलिमेन्ट होते हैं।

(2) प्रत्येक पोल की लंबाई $\lambda/4$ रखी जाती है।

(3) एंटेना की कुल लंबाई $\lambda/2$ होती है।

(4) यह बाईडाईरेक्षनल एंटेना है। रेडिएषन पैटर्न अॅग्रेजी के 8 अंक के समान होता है।

(5) यह अधिकांशतः होरिजेन्टली स्थापित किया जाता है।

(6) यह होरिजेन्टली पोलाराईजड होता है।

(7) इसमें एक पोल ग्राउन्ड तथा दूसरा मेन एलिमेन्ट का कार्य करता है। अतः यह एक अनग्राउन्डेड एंटेना है।

(8) यह एक बेलेन्स एंटेना है।

(9) सेंटर फीड होने पर फीड पाइंट पर इसका इम्पीडेंस 72 Ω होता है।

(10) फिड पाइंट पर करंट अधिकत्तम तथा वोल्टेज न्यूनतम होने के कारण यह करंट फीड एंटेना कहलाता है।

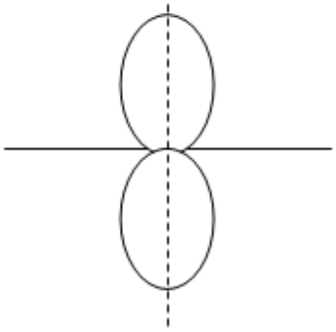
(11) यदि फीड पाइंट का इम्पीडेंस 600 Ω से अधिक है, तो एंटेना वोल्टेज फीड कहलाता है। तथा 600 Ω से कम होने पर करंट फीड कहलाता है।

(12) यह रेजोनेन्ट एंटेना है। (रोम्बिक तथा V– शेप को छोड़कर सभी रेजोनेन्ट एंटेना है।)

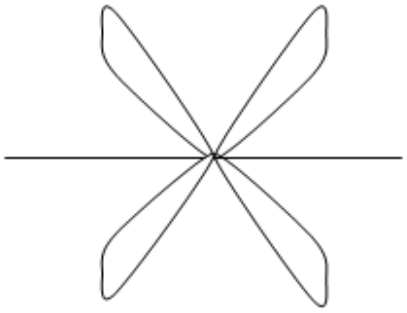
(13) यदि फोल्डेड डाइपोल का उपयोग किया जाता है तो उसका इम्पीडेंस $72 \times n^2$ के अनुसार होता है।

रेडियशन पेर्टन ऑफ डाइपोल एंटेना :–

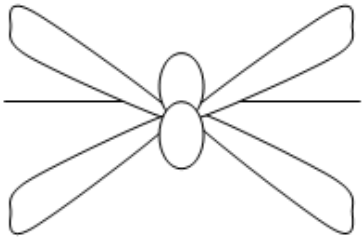
(a) $l = \lambda/2$, Angle = 180^0



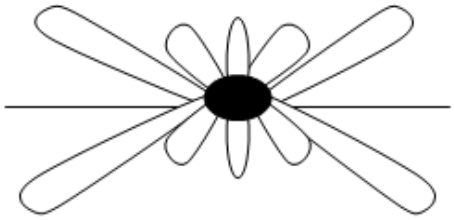
(b) $l = \lambda$, Angle = 54^0



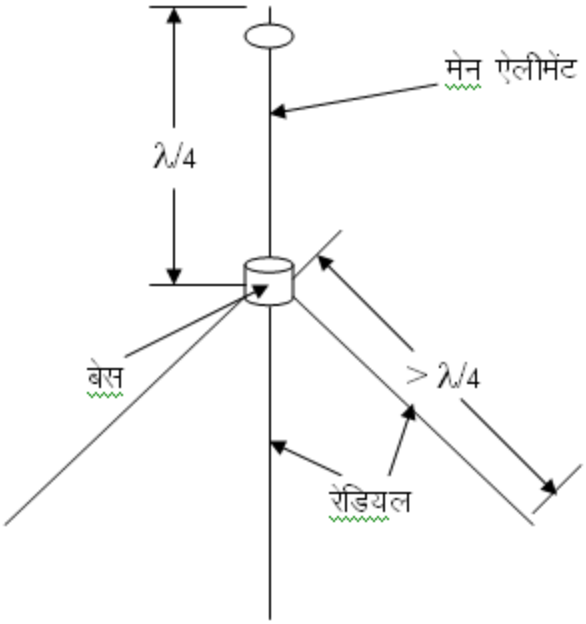
c) $l = 3\lambda/2$, Angle = 42^0



(e) $l = 3\lambda$, Angle = 30^0



ग्राउंड प्लेन / मार्कोनी / क्वॉटरवेव एंटेना :–



(1) इसमें एक पोल होता है जिसे रेडिएटर या मेंन ऐलिमेन्ट कहते है तथा चार रिफ्लेक्टर होते है।
(2) इसमें एंटेना के साथ ग्राउंड अटैच रहता है।
(3) रेडिऐटर की लंबाई $\lambda/4$ होती है।
(4) इसमें चार रिफ्लेक्टर (रेडियल) बेस से $90^0/45^0$ पर लगे रहते है।
(5) इसे वरटीकली स्थापित किया जाता है।
(6) रेडिऐटर की लंबाई मेन ऐलीमेंट से 5% अधिक होती है।
(7) इसका पोलराईजेषन वरटिकल होता है।
(8) यह अनबेलेंस एंटेना है।
(9) यह एक रेजोनेन्ट एंटेना है।
(10) इसमें फीडिंग सेंटर में दी जाती है। अतः सेंटरफीड अथवा करंट फीड भी कहते है ।
(11) यह एक ग्राउन्डेड एंटेना है।
(12) इसका इम्पीडेंस 52 Ω होता है।
(13) रेडिऐषन ओम्नी डाईरेक्षनल / पोली डाईरेक्षनल होता है।

रेजोनेन्ट और नॉन–रेजोनेन्ट एंटेना

रेजोनेन्ट एंटेना :– रेजोनेन्ट एंटेना रेजोनेन्ट ट्रॅांसमिषन लाईन की तरह ही व्यवहार करता है। इसकी लंबाई $\lambda/2$ अथवा उसके मल्टीपल होती है। तथा इसका फॅार एन्ड ओपन सर्किटेड होता है।

नॉन–रेजोनेन्ट एंटेना :– नॉन–रेजोनेन्ट एंटेना नॉन–रेजोनेन्ट ट्रॅांसमिषन लाईन की तरह होता है। इसकी लंबाई λ अथवा उसके मल्टीपल या उससे अधिक होती है। तथा इसका फॅार एन्ड ओपन सर्किट होता है ।

ग्राउन्डेड एन्ड अनग्राउन्डेड एंटेना :–

अनग्राउन्डेड एंटेना :– यदि एंटेना इस तरह डिजाईन किया गया हो कि उसका एक पोल ग्राउन्ड तथा दूसरा पोल रेडिऐटर (मेन ऐलिमेन्ट) का कार्य करता हो अर्थात एंटेना स्वतंत्र रूप से अर्थ हो तो उसे अनग्राउन्डेड एंटेना कहते है। इसकी लंबाई $\lambda/2$ होती है तथा इसे हर्ट्ज एंटेना भी कहते है। यह वरटीकली तथा होरिजेन्टली दोनों स्थिति में लगाया जा सकता है।

ग्राउन्डेड एंटेना :– यदि एंटेना का कोई भी पोल ग्राउन्ड न हो तथा रेडियो सेट के द्वारा या किसी अन्य अरेन्जमेन्ट से एंटेना को ग्राउन्डेड दिया गया हो तो उस एंटेना को ग्राउन्डेड एंटेना कहते है । अर्थात यह स्वतंत्र रूप से ग्राउन्ड नहीं होता है, इसे पृथक से ग्राउन्ड दिया जाता है। इसकी लंबाइ $\lambda/4$ होती है, तथा इसे मार्कोनी एंटेना भी कहते है। यह एंटेना केवल वरटिकली ही लगाया जाता है। इसका एक ऐन्ड ग्राउन्ड करना आवश्यक होता हैं।

उदाहरण :– व्हिप, ग्राउन्ड प्लेन, एल टाईप, इनवर्टेड एल टाईप

बेलेन्सड और अनबेलेन्सड एंटेना :–

कोई एंटेना तब बेलेन्सड एंटेना कहलाता है, जब :

(1) उसके एलीमेन्टस में बहने वाली करंट बराबर हो,

(2) उसके एलीमेन्टस की लंबाई बराबर हो,

(3) उसमें उपयोग होने वाला कन्डक्टर एक ही मटेरियल तथा समान डायमीटर का हो।

यदि उपरोक्त तीनों गुणों में से एक भी भिन्न हो तो वह अनबेलेन्सड एंटेना कहलाता है।

उदाहरण :– बेलेन्सड एंटेना :– डाइपोल, यागी, रोह्मबिक एंटेना।

अनबेलेन्सड एंटेना :– व्हिप और ग्राउन्ड प्लेन (जी.पी.) एंटेना।

अरे (array) एंटेना :–

अनचाही दिशा में होने वाले रेडिऐषन को कम करने तथा एक निष्चित दिषा में अधिकतम रेडिऐषन प्राप्त करने के लिए कई डाइपोल एंटेनाओं को मिलाकर बनाया गया एंटेना सिस्टम अरे कहलाता है। इसे डाईरेक्षनल अरे भी कहते हैं। इसका गेन बहुत अधिक लगभग 50 डी.बी. होता है। अरे में सभी डाइपोलों को एक सीधी लाईन में लगाया जाता है।

अरे का रेडिऐषन पैटर्न सभी एलिमेन्टों का परिणामी पैटर्न होता है, तथा इंडिविजुअल रेडिऐषन आपस में एक दिषा में एक–दूसरे एलिमेन्टों से निरस्त हो जाता है तथा बिपरीत दिषा में एक–दूसरे एलिमेन्टों से जुड जाता है। अरे का उपयोग मुख्यतः पाईंट टु पाईंट कम्युनिकेषन तथा बहुत अधिक गेन के लिए किया जाता है।

अरे के प्रकार :–

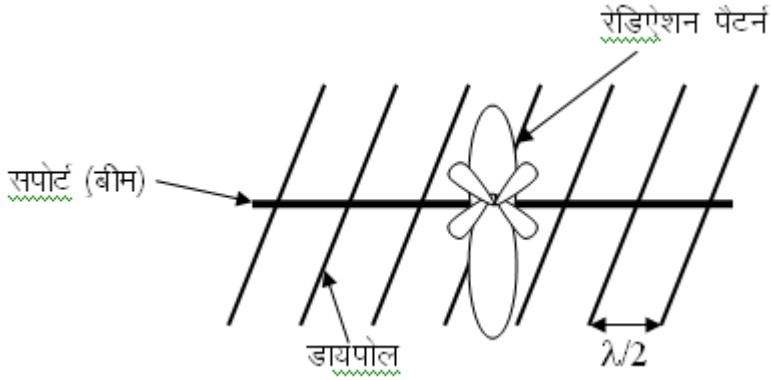
अरे दो प्रकार के होते हैं।

(1) ब्रॉडसाइड अरे तथा

(2) एन्ड फॉयर अरे।

ब्रॉडसाइड अरे :–

सबसे साधारण अरे बराबर साईज के कई डाइपोल को एक सीधी लाईन में एकसमान दूरी रखकर सभी को एक ही सोर्स से एक ही फेज देकर बनाया जाता है। इस प्रकार का अरेंजमेन्ट ब्रॉडसाइड अरे कहलाता है। चित्र में परिणामी पैटर्न के साथ ब्रॉडसाइड अरे बताया गया है। ब्रॉडसाइड अरे से इसके समतल (प्लेन) से समकोण पर स्ट्रॉंग एवं डाईरेक्षनल रेडियेषन होता है। ब्रॉडसाइड अरे के एलिमेन्टों के बीच $\lambda/2$ की दूरी होती है। इसका रेडिऐषन पैटर्न बाई–डाईरेक्षनल होता है। यह मुख्यतः नेवी कम्युनिकेषन में उपयोग किया जाता है।

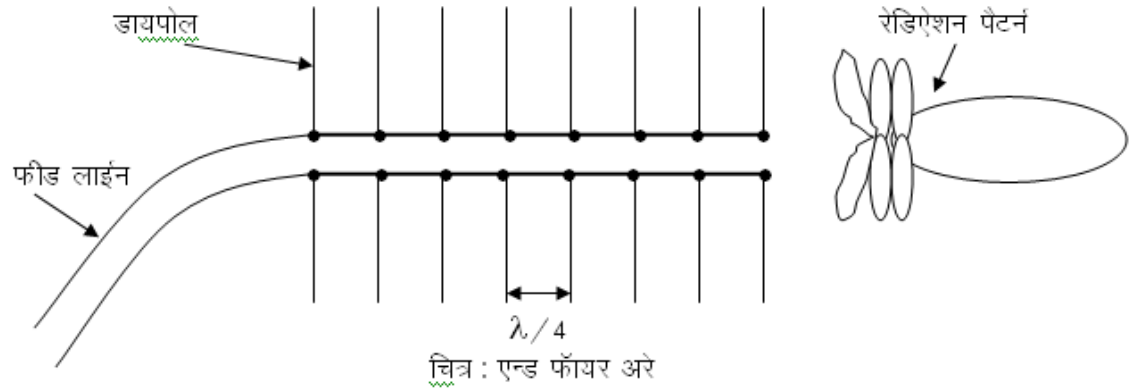


चित्र : ब्रॉडसाइड अरे एंटेना

एन्ड फॉयर अरे :–

एन्ड फॉयर अरे का भौतिक अरेंजमेन्ट ब्रॉडसाइड अरे के समान ही होता हैं। इसका रेडिऐषन पैटर्न ब्रॉडसाइड अरे से सर्वथा भिन्न होता है। यह अरे के तल में ही होता है, न कि समकोण पर। इसमें दो डाइपोलों के बीच $\lambda/4$ या $3\lambda/4$ की दूरी रखते हैं। जिससे लंबवत दिषा में होने वाला रेडिऐषन निरस्त हो जाता है। तथा परिणामी रेडिऐषन पैटर्न युनि–डाइरेक्षनल होता है।

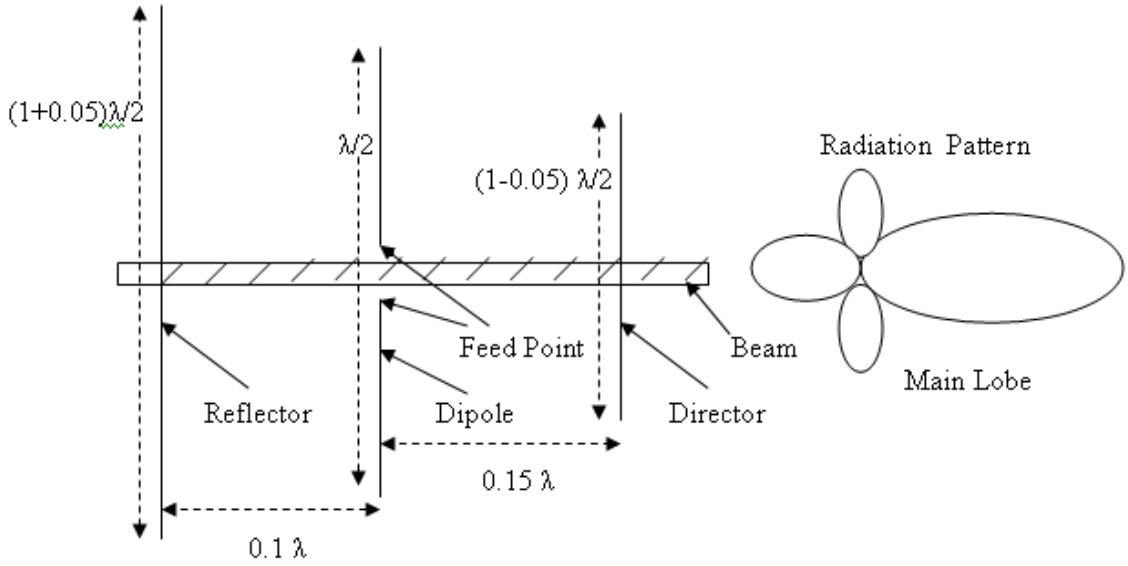
ब्रॉडसाइड तथा एन्ड फॉयर दोनों ही अरे लीनियर कहलाते हैं, तथा ये रेजोनेन्ट एलीमेंट से बने होने से रेजोनेन्ट होते हैं।



चित्र : एन्ड फॉयर अरे

यागी एंटेना/युनि–डाईरेक्षनल एंटेना :–

बहुत सी स्थितियों में रेडिऐट पॉवर को एक निश्चित दिशा में फोकस करना अनिवार्य होता है, ताकि लम्बी दूरी के दो स्टेषन के बीच पॉईटं टु पॉईटं कम्युनिकेषन हो सके, और एनर्जी बर्बाद न हो।



यह व्यवस्था साधारण डाइपोल के उपयोग से सम्भव नहीं है, इस हेतु पेरासिटिक एलिमेंट, रिफ्लेक्टर एवं डायरेक्टर का उपयोग किया जाता है। जिससे एंटेना की डाईरेक्टिविटी बदलती है।

डायरेक्टर को ड्रिवन एलिमेन्ट (डाइपोल) के आगे एवं रिफ्लेक्टर को ड्रिवन एलिमेन्ट के पीछे लगाया जाता है। इसके एलीमेन्ट की माप एवं स्थिति निम्नानुसार रहती है :–

एंटेना की भौतिक लंबाई $\lambda = 300/$ फ्रिक्वेसी (मेगाहर्ट्ज मे)

एंटेना की इलेक्ट्रिकल लंबाई मीटर मे $\lambda = 300 \times 0.95 /$ फ्रिक्वेसी (मेगाहर्ट्ज मे) मीटर

(1) डाइपोल की लम्बाई $= \lambda/2$

(2) रिफ्लेक्टर की लम्बाई $= (1+0.05)\ \lambda/2$

(3) डाईरेक्टर की लम्बाई $= (1-0.05)\ \lambda/2$

(4) डाईरेक्टर और डाइपोल के बीच की जगह $= 0.15\ \lambda$

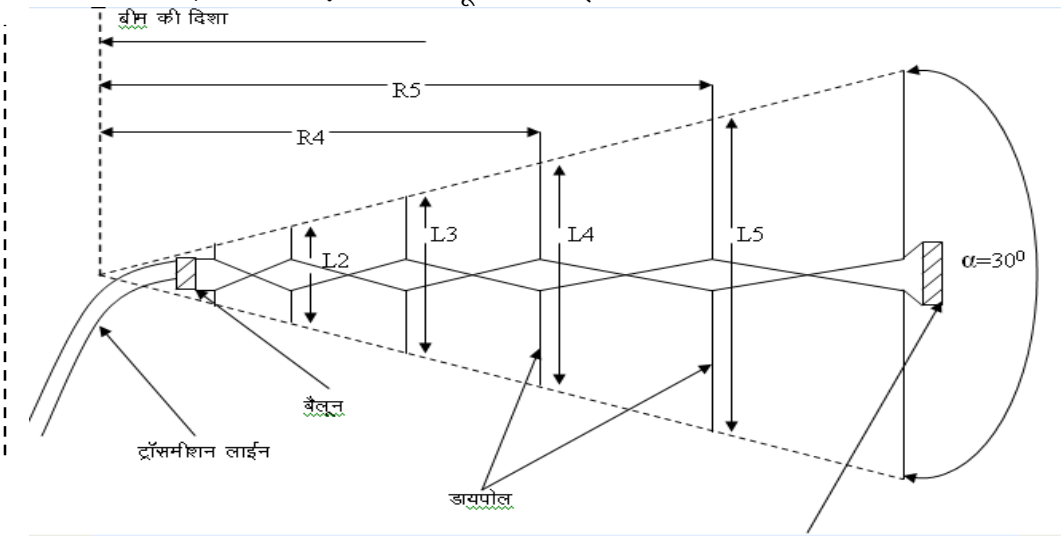
(5) डाइपोल और रिफ्लेक्टर की मैन एलीमेंट से स्पेसिंग $= 0.10\,\lambda$

यागी एंटेना विशेषताऐं :–

(1) इसका गेन 6 डी.बी. से ज्यादा होता है।
(2) यह युनि–डाईरेक्षनल होता है।
(3) इसे वर्टिकली या होरिजेन्टली लगाया जा सकता है।
(4) इसका फीड पाईटं पर इम्पीडेन्स $72\ \Omega$ है।
(5) फोल्डेड डाइपोल रखने पर इम्पीडेन्स $288\ \Omega$ होता है।
(6) यह बेलेन्स एंटेना है।
(7) यह अनग्राउन्डेड एंटेना है।
(8) यह रेजोनेन्ट एंटेना है।
(9) यह डाइपोल की अपेक्षा ब्रॉड-बेन्ड है।
(10) इसे सुपरगेन एंटेना भी कहते है।
(11) इसका उपयोग एच.एफ. ट्रॅांसमिटिंग एंटेना एवं व्ही.एच.एफ. ट्रॅांसमिटिंग /रिसीविंग एंटेना की तरह किया जाता है।

लॉग–पिरिओडिक ऐंटिना :–

लॉग पिरिओडिक एंटेना एक फ्रिक्वेंसी से स्वतंत्र एंटेना है, अर्थात इसके इलेक्ट्रिकल गुण जैसे : मेन रेसिस्टेन्स (Ro) केरेक्टरस्टिक इम्पीडेंस ऑफ फीड लाईन (Zo) एवं ड्रिविंग पाईटं एडमिटेंस (Yo), फ्रिक्वेंसी के लघुगणक के साथ पिरिओडिकली परिवर्तित होते हैं। अतः इसे लॉग पिरिओडिक एंटेना कहते हैं। यह दर्षाए अनुसार आकृतियों में बनाया जा सकता है। इसका मुख्य गुण यह हैं, कि यह रेडिऐषन रजिस्टेन्स एवं रेडिऐषन पैटर्न के लिये फ्रिक्वेंसी इन्डिपेन्डेंट होता है। इससे 10:1 की बैन्डविथ आसानी से प्राप्त की जा सकती है, तथा रेडिऐषन पैटर्न यूनी या बाई–डायरेक्षनल हो सकता है।



बनावट :–

इसकी बनावट में बारम्बारता है। इसमें कई भिन्न–भिन्न लम्बाई के डाइपोल भिन्न–भिन्न अन्तर पर स्थित होते हैं। इन डाइपोलों को एक ही फीडर वॉयर (टु वॉयर लाईन) से ट्रॅांसपोज्ड विधि से जोड़ा जाता है। अरे को सकरें सिरे से फीड किया जाता है, और इसी सकरें सिरे से अधिकतम रेडिऐषन होता है। डाइपोल की लम्बाई और उनके मध्य अन्तराल की गणना निम्न फार्मूले से की जाती है।

$$\frac{R1}{R2} = \frac{R2}{R3} = \frac{R3}{R4} = T = \frac{L1}{L2} = \frac{L2}{L3} = \frac{L3}{L4}$$

यहां पर T डिजाईनिग रेषो कहलाता है, इसका मान 1 से कम होता है। इसकी बनावट में यह देखा जाता है, कि डाइपोलों के विपरीत सिरों से यदि दो सीधी रेखायें खींची जाय तो वह संकरे सिरे पर

एक बिन्दु पर मिलकर एक कोण बनाती है। आदर्श रूप में यह कोण $\alpha = 30^0$ एवं $T = 0.7$ होता है। सबसे छोटे एवं सबसे लम्बे डाइपोल के बाद की फ्रिक्वेंसी कटऑफ फ्रिक्वेंसी होती है।

लॉग–पिरिओडिक ऐंटिना विशेषताऐं :–

(1) यह एच.एफ. कम्युनिकेषन में उपयोगी है। जहां पर कि मल्टीबेन्ड का परिचालन होता हो, और एक ही एंटेना उपयोग में लाना हो (बैंडविथ 10:1)

(2) रोह्मबिक एंटेना की तरह इसमें टरमिनेषन के लिये रेसिस्टर्स का उपयोग नहीं होता है, जिससे पॉवर लास होने से बचत होती है।

(3) इसका उपयोग टी वी के रिसेष्षन में किया जाता है, जिसमें यह सभी चैनल को आसानी से केच कर सकता है।

(4) यह जितनी फ्रिक्वेंसी के लिए डिजाईन है, उन सभी फ्रिक्वेंसी के लिए इलैक्ट्रीकल केरेक्टेरस्टिक फीड पॉईटं इम्पीडेंसए फ्रंट टु बेक रेषो आदि स्थिर एवं समान रहता है।

डिसकोन ऐंटिना :–

इसमें एक डिष एवं एक कोन का उपयोग किया जाता है, अतः इसे डिषकोन एंटेना कहते हैं।

यह एक ग्राउन्ड प्लेन एंटेना का विकसित रूप है और उसी के समान इसका रेडिऐषन पैटर्न भी है। इसमें एक विशाल बैन्डविथ होती है। इसमे डिष रिफ्लेक्टर का कार्य करती है।

(1) इसमें ऑपरेषन की न्यूनतम फ्रिक्वेंसी पर $D = \lambda/4$ होता है।

(2) डिष का व्यास $2/3\ D$ होता है।

(3) कोन की तीनों भुजाऐं $D = \lambda/4$ लंबाई की होती है।

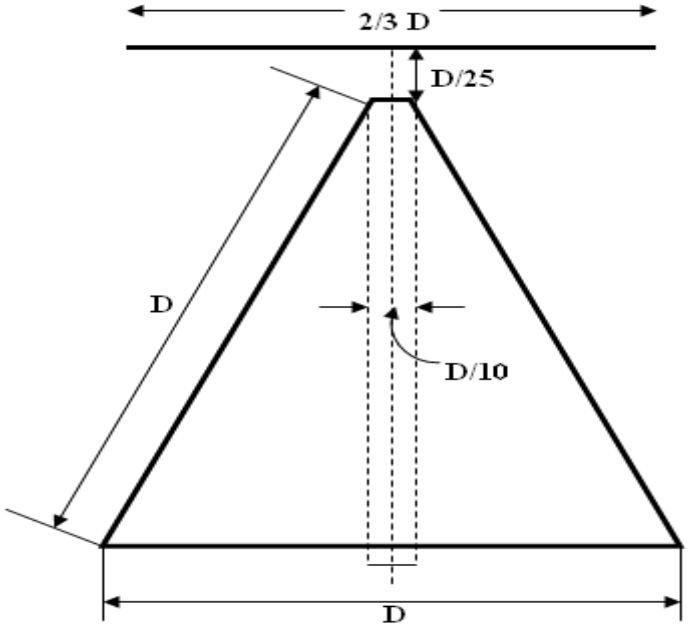
(4) कोन का बॉटम $D/10$ लंबाई का होता है।

(5) पोल की लम्बाई $D = \lambda/4$ होती है।

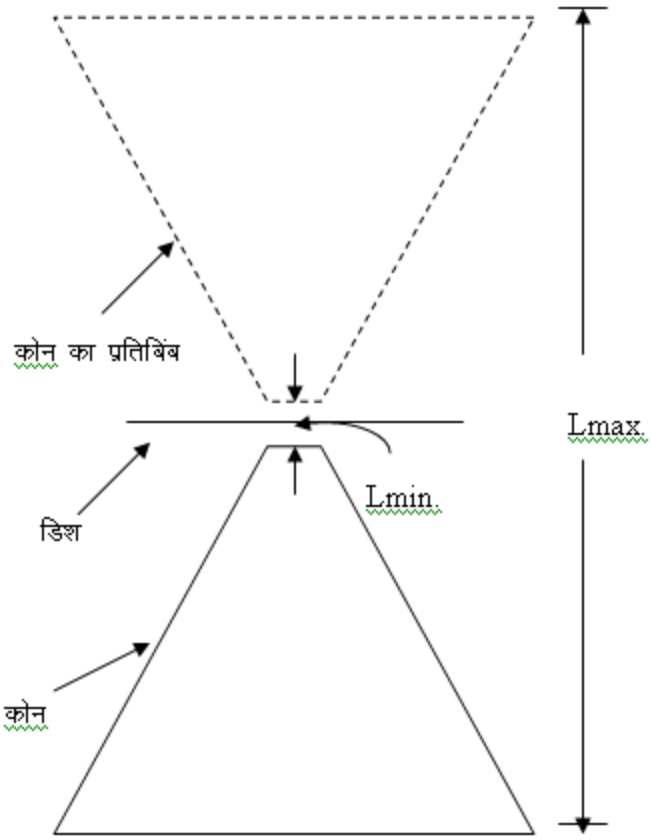
(6) डिष एवं कोन के मध्य जगह $D/25$ होती है।

(7) इसमें डिष एक रिफ्लेक्टर का कार्य करती है।

(8) कोन (बास्केट) कॉपर या एल्युमिनियम के वॉयर से बना होता है



डिशकोन का व्यवहार :–

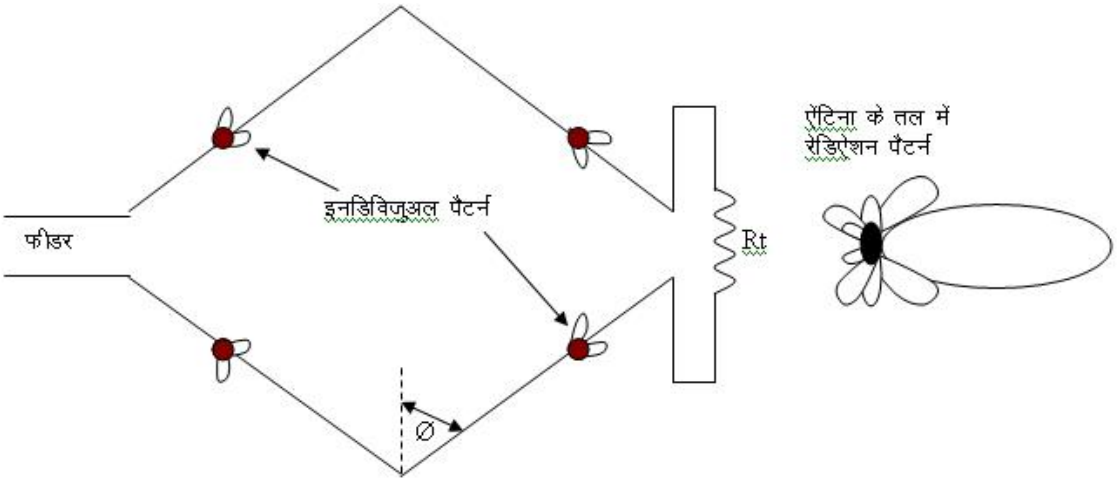


(1) इसमें डिष एक रिफ्लेक्टर का कार्य करती है। तथा कोन का प्रतिबिंब डिष के उपर बनता है।
(2) फ्रिक्वेंसी ऑपरेषन, $L_{min.}$ से $L_{max.}$ तक रहेगा।
(3) यह एक ब्रॉडबेंड एंटेना है।
(4) इसका एस.डब्ल्यू.आर. 1.5 होता है, जबकि फ्रिक्वेंसी रेन्ज 7:1 रखी जाय।
(5) इससे फ्रिक्वेंसी रेन्ज 9.1 तक अच्छे परिणाम आते है।
(6) यह एक कम गेन का एंटेना है।
(7) यह ओम्नी डायरेक्षनल एंटेना है।
(8) व्ही.एच.एफ./यु.एच.एफ. कम्युनिकेषन में रिसीवर/ट्रॉसमीटर के लिये उपयोगी है।
(9) इसका उपयोग एयरपोर्ट पर होता है।
(10) इसका उपयोग एच.एफ. कम्युनिकेषन में 12 मेगाहर्ट्ज से 55 मेगाहर्ट्ज तक अच्छा होता है।

रोह्मबिक ऐंटिना (डायमंड ऐंटिना) :–

रोह्मबिक ऐंटिना की बनावट :–

इसमें पैरेलल वॉयर लाईन को मध्य में मोड़कर बनाया जाता है। इसमें सभी लेग्स की लम्बाई (2 से 8 λ) समान रहती है। तथा टिल्ट ऐंगल $\emptyset$ 40º से 75º रखा जाता है। जोकि इसकी भुजाओं की लम्बाई पर आधारित है। इसके एक सिरे पर पैरेलल वॉयर लाईन एवं दूसरे पर टर्मिनेटर रजिस्टर Rt (650 से 700 Ω) जोड़ा जाता है। यह दो वी–आकार के एंटेनाओं से मिलकर बनता है।



रोम्बिक ऐंटिना की विशेषतायें :–

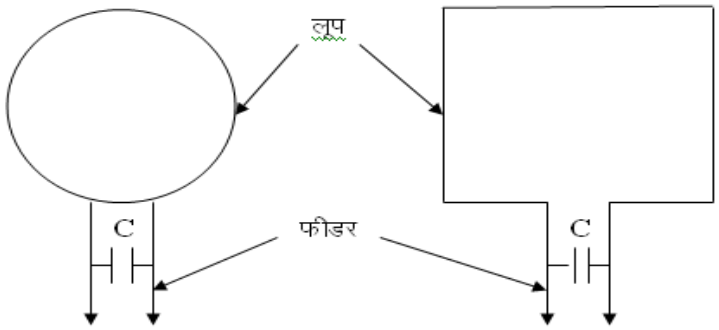
(1) इसे सुविधानुसार वरटीकल या होरिजेंटल स्थापित किया जा सकता है।
(2) बिना टरमिनेषन के यह रेजोनेन्ट एंटेना है, एवं बाई डायरेक्षनल होता है।
(3) टरमिनेट करने पर नॉन–रेजोनेन्ट एवं युनि–डायरेक्षनल ऐंटिना है।
(4) इसकी डायरेक्टीविटी 20 से 90 (2 से 8 λ) भुजा की लम्बाई के समानुपाती होती है।
(5) इसका पॉवर गेन 15 से 60 है।
(6) यह एक ब्रॉडबेन्ड एंटेना है।
(7) 4:1 फ्रिक्वेंसी रेंज पर इसका इनपुट इम्पीडेन्स एवं रेडिऐषन पैटर्न लगभग समान रहता है।
(8) यह एच.एफ. के पॉईट टु पॉईटं कम्युनिकेषन में रिसीविंग और ट्रॉंसमिटिंग के लिये उपयोगी होता है।

लूप एंटेना (रिसीविंग एंटेना) :–

लूप एंटेना की बनावट :–

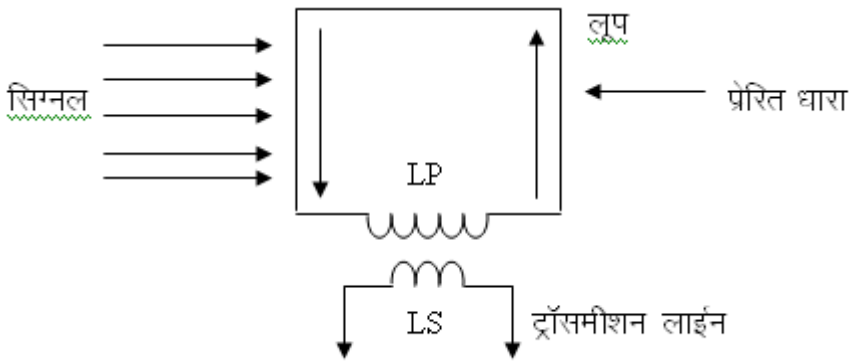
इसमें एक या एक से अधिक वॉयर के टर्न होते हैं। यह टर्न वृत्ताकार, आयताकार या वर्गाकार हो सकते हैं। इसकी परिधि 0.1 λ से भी कम रखी जाती है।

वरटीकली लूप एंटेना का उपयोग बहुतायात से किया जाता है, यह 30 मेगाहर्ट्ज तक अच्छा परिणाम देते हैं। इसकी फ्रिक्वेंसी को कैपेसिटर के द्वारा ट्यून्ड किया जाता है। वर्टीकल एंटेना बाई–डायरेक्षनल होता है, यदि वॉयर इलेक्ट्रीकली षील्ड कर दिया जाता है तो यूनी–डायरेक्षनल रिसेप्षन होता है।



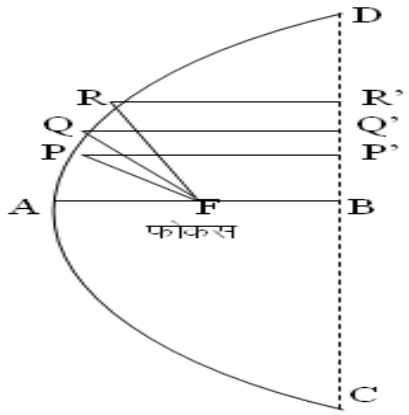
लूप एंटेना का फंक्षन :–

टर्न की संख्या अधिक करने से एंटेना सिग्नल का परिमाण बढ़ जाता है। सिग्नल जब वरटीकल भुजा से टकराता है तो दोनों भुजा में फेज अंतर होने से विपरीत दिशा में करंट बहने लगता है, परिणाम स्वरूप द्वितीय में करंट बहने लगता है।



पेराबोलिक रिफलेक्टर :–

यह एक ऐसा प्लेन कर्व होता है, जिसमें फोकस से चलने वाली किरणें पेराबोला के विभिन्न स्थानों से रिफ्लेक्ट होकर फोकस तक आने में समान दूरी तय करती है। जिससे सभी वेव इन फेज में रहती है।



अतः $FP+PP' = FQ+QQ' = FR + RR' = K$

इसमें K नियतांक है जो पेराबोला की आकृति बदलने पर बदलता है।

माउथ :– CD को पेराबोला का माउथ कहते है।

अपर्चर :– फोकल लंबाई और माउथ परिधी (D) के अनुपात को अपर्चर कहते हैं। AF/ D

अपर्चर रेषो :– माउथ परिधि और वेवलैन्थ (λ) के अनुपात (D/λ) को अपर्चर रेषो कहते हैं।

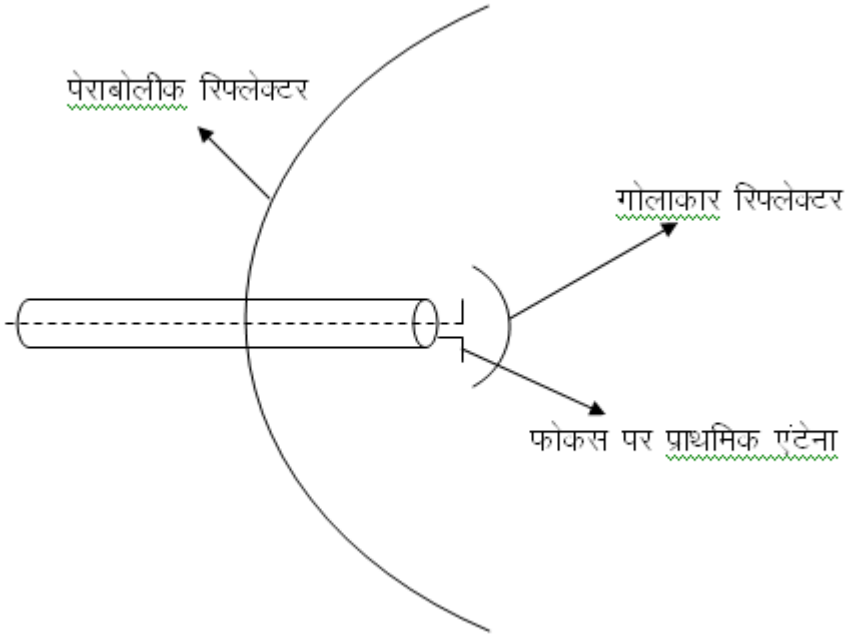
पेराबोला रिफलेक्टर के गुण :–

(1) पैराबोला के उपयोग से मुख्य लूप षार्प बनता है।

(2) यदि प्राइमरी फीड एंटेना नॉन–डायरेक्षनल है तो पैराबोला उसे एक दिशा देकर बीम में परिवर्तित कर देता है।

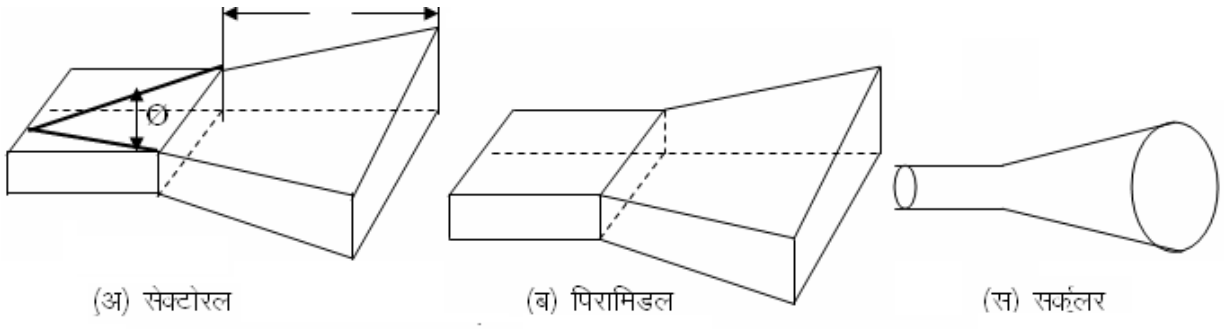
डिष एंटेना :–

इसमें रिसेप्षन और ट्रॉंसमिषन के अच्छे परिणाम प्राप्त करने के लिये प्राइमरी एंटेना को पैराबोलिक रिफ्लेक्टर के फोकस में रखते हैं। प्राथमिक एंटेना से कुछ अंश सीधा रेडिऐट हो जाता है, जिससे डायरेक्टीविटी क्षमता कम होती है, इसे कम करने के लिये एक गोलाकार रिफ्लेक्टर लगाया जाता है। जो सभी सीधे रेडिऐषन को पेराबोला के लिये रिडायरेक्ट कर देता है। डायरेक्ट रेडिऐषन को रोकने के लिये यागी अथवा एन्ड फॉयर अरे का भी उपयोग किया जाता है।



हार्न एंटेना :–

सिद्धांत :– वेवगाइड में यह क्षमता होती है कि वह उर्जा को खुले आकाष में रेडिऐट कर सकती हैं। यह रेडिऐषन टु–वॉयर ट्रॅंसमिषन लाईन की अपेक्षा बहुत अधिक होता है। किन्तु इसमें कुछ हिस्सा ही रेडिऐट हो पाता है, शेष वापस रिफ्लेक्ट हो जाता है, एवं जो हिस्सा रेडिऐट होता है उसकी डाईरेक्टीविटी बहुत ही कमजोर होती है। क्योंकि वेवगाइड खुले आकाष के साथ मिसमेच्ड रहती है। इस कठिनाई को दूर करने के लिये वेवगाइड के खुले सिरे को एक इलेक्ट्रोमेग्नेटिक हार्न से टरमिनेट कर दिया जाय तो यह रेडियषन डाईरेक्टिव होगा।



(अ) सेक्टोरल (ब) पिरामिडल (स) सर्कुलर

एक वेवगाइड के सिरे को एक हार्न के साथ टरमिनेट किया जाता है, ताकि प्रोपर इम्पीडेंस मैच हो एवं कुल उर्जा वांछित दिशा में रेडिऐट की जा सके। इससे डाईरेक्टीविटी बढती है एवं डिफ्रेक्षन कम होता है। हार्न बनावट के अनुसार कई प्रकार के हो सकते हैं।

सेक्टोरल हार्न :–

यह एक ही दिशा में रेडिऐट करते हैं, एवं पेराबोलिक रिफ्लेक्टर की तरह कार्य करते है।

पिरामिडल हार्न :–

यह दोनों दिशाओं में रेडिऐट करते हैं।

सर्कुलर हार्न (कोनिक्ल) :–

यह पिरामिडल के समान ही कार्य करते हैं, किन्तु सर्कुलर वेवगाइड के टरमिनेषन के उपयोग में आते हैं।

विशेषताऐं :–

(1) यदि फ्लर ऐंगल Ø छोटा होगा तो रेडिऐषन गोलाकार होगा और बीम डायरेक्टिव नहीं होगा।
(2) Ø जितना छोटा होगा हार्न का माउथ उतना ही छोटा होगा और डाईरेक्टीविटी उतनी ही कम होगी।

(3) फ्लर एंगल Ø 40º के लिये $L/\lambda = 6$ हो तो बीमविड्थ 66º होगी और डायरेक्टिव गेन 40 होगा।
(4) फ्लर एंगल Ø 15º के लिये $L/\lambda = 50$ तथा बीमविड्थ 23º और गेन 120 होगा।
(5) वेवगाइड के साथ उपयोग हेतु यह एक सुविधाजनक एंटेना है।
(6) डाई–इलेक्ट्रिक लैन्स का उपयोग कर इसकी डायरेक्टिविटी को बढ़ाया जा सकता है।

000

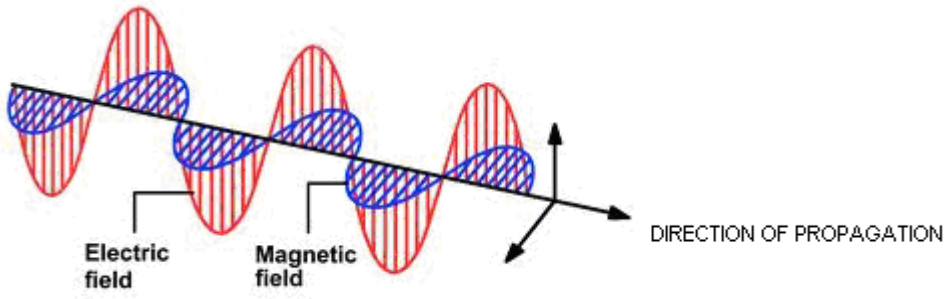
लेखक – निरीक्षक (रेडियो) मनीष रंगारी
बिषय सामग्री का संदर्भ –
1. इलेक्ट्रॉनिक कम्यूनिकेषनस् सिस्टम – केनेडी व डेविस – टाटा मेक–ग्रॉ हिल एडिषन
2. ऐंटिना बुक फॉर रेडियों कम्यूनिकेषनस् – द ए.आर.आर.एल.

WAVE PROPAGATION

रेडियो तरंगें बिना किसी माध्यम के $3x10^8$ मीटर/सेकेन्ड की गति से स्पेस में लम्बी दूरियों तक फैलने में सक्षम होती हैं। ये तरंगें स्वभाव से इलेक्ट्रोमेग्नेटिक होती हैं, अतः इन्है इलेक्ट्रोमेग्नेटिक वेव्स् के नाम से जाना जाता है। ट्रांसमीटिंग एन्टिना द्वारा रेडियो तरंगों को स्पेस में दूर–दूर तक फैलाना प्रोपागेशन कहलाता है। ये तरंगें अचालक माध्यम में से तो सरलता से आर पार निकल जाती हैं, परंतु चालक अथवा तार की महीन जाली के आर पार नहीं जा पातीं। इनकी फ्रिक्वेन्सी किलो हर्त्ज से लेकर गीगा हर्त्ज तक हो सकती हैं।

यदि इलेक्ट्रिक फील्ड में कोई परिवर्तन होता है तो उससे चुम्बकीय फील्ड बनता है और यदि चुम्बकीय फील्ड में कोई परिवर्तन होता है तो विद्युत फील्ड पैदा होता है। अतः इलेक्ट्रोमेग्नेटिक वेव्स् विद्युत को चुम्बकीय और चुम्बकीय को विद्युत फील्ड में बदलने के कारण पैदा होती है।

इलेक्ट्रोमेग्नेटिक वेव्स् में विद्युत फील्ड,चुम्बकीय फील्ड और प्रोपागेशन की दिशा एक दूसरे के लम्बवत होती हैं।

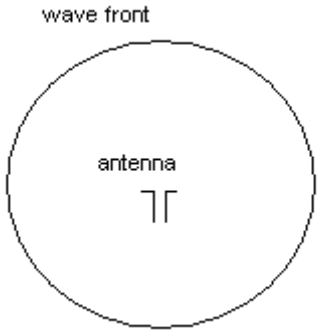


रेडियो तरंगों के प्रसारण और प्रोपागेशन को देख नहीं सकते, ये सब आभासी होते हैं।

" PROPAGATION PHENOMENA"

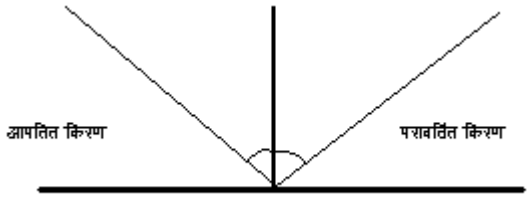
FREE SPACE में कोई रुकावट व बाधा नहीं होने से इलेक्ट्रोमेग्नेटिक वेव्स एक श्रोत से निकलने के बाद चारों तरफ फैल जाती है। इनका वेव फ्रन्ट निम्न चित्रानुसार गोलाकार होता है।

चित्र



जब रेडियो तरंगें ट्रॉसमीटर से प्रसारित होती हैं तब ट्रॉसमीटिगं एन्टिना से रिसीविंग एन्टिना तक पहुॅचने में इलेक्ट्रोमेग्नेटिक वेव्स् मे काफी परिवर्तन आते हैं। इसका कारण एवं उनमें आने वाले बदलाव निम्नानुसार हैं :–

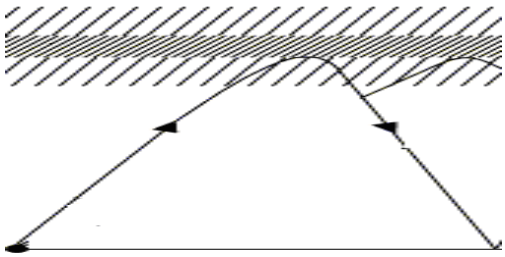
1- REFLECTION :-- ` जमीन, पर्वत, या बड़ी इमारतों से टकराकर तरंगो के आगे बढने की दिशा बदल सकती हैं इसको REFLECTION कहते हैं। धातु से बनी वस्तुऐं, बड़े पत्थर, कांक्रीट से बनी बिल्डिंग सिग्नल को परावर्तित करने में समर्थ होते हैं।



चित्र

इसके अलावा समुद्र और हरे जंगल भी सिग्नल का REFLECTION करने में मदद करते हैं। रिफ्लेक्सन विन्दु पर ई.एम. बेव की दिशा में 180^0 तक का परिवर्तन आ सकता है। यह आपतन (Incidence) कोण पर निर्भर करता है। जब सतह से सिग्नल पराबर्तित हेाता है तब परावर्तक से तरंग के मुड़ने पर तरंग के एम्प्लीट्यूड मे कोई परिवर्तन नहीं होता है।

2-REFRACTION :--:–जब तरंगें एक घनत्व (Density) के माध्यम से दूसरे घनत्व के माध्यम में प्रवेश करती हैं तो इनके वेग में अंतर आ जाता है। यदि घनत्व में परिवर्तन धीरे–धीरे होता है तब तरंगों के वेग में भी परिवर्तन धीरे–धीरे होता है परंतु होता अवश्य है इससे तरंगों के आगे बढने की दिशा भी बदल जाती हैं जिसको रिफरेक्सन कहते हैं। पृथ्वी के वायुमंडल के ऊॅचाई बढ़ने के साथ घनत्व काफी कम होता जाता है।



जिससे रेडियो बेव रिफरेक्ट होकर बापिस जमीन की ओर मुडने लगती हैं।

3- DIFFRACTION :-- किसी बहुत बड़ी इमारत, पर्वत आदि के कारण एक ऐसा स्थान बन जाता है जहॉ सिग्नल पहुॅचता ही नहीं इसको shadow स्थान कहते है। जब इस प्रकार की रुकावट की लम्बाई तरंगों की वेव लेन्थ की लम्बाई के बराबर हो तो तब उस रुकावट के shadow स्थान पर भी सिग्नल पहुॅच जाता है। इस प्रकार के सिग्नल इन्टरफेरेन्स पैदा करते हैं। इस प्रकार VHF और UHF FREQUENCY की तरंगें बड़ी इमारतों और पहाड़ियों आदि के पीछे भी पहुॅच जाती हैं। यह DIFFRACTION कहलाता है।

4-ABSORBTION :-- जब माइक्रोवेव फ्रिक्वेन्सी या रेडियो फ्रिक्वेन्सी ऐसे स्थानों से गुजरती है जिसमें आक्सीजन या पानी के कण अधिक होते हैं तो यह तरंगें इसमें शोषित (ABSORB) हो जाती हैं। अधिक फ्रिक्वेन्सी पर इस प्रकार की हानि अधिक होती है।

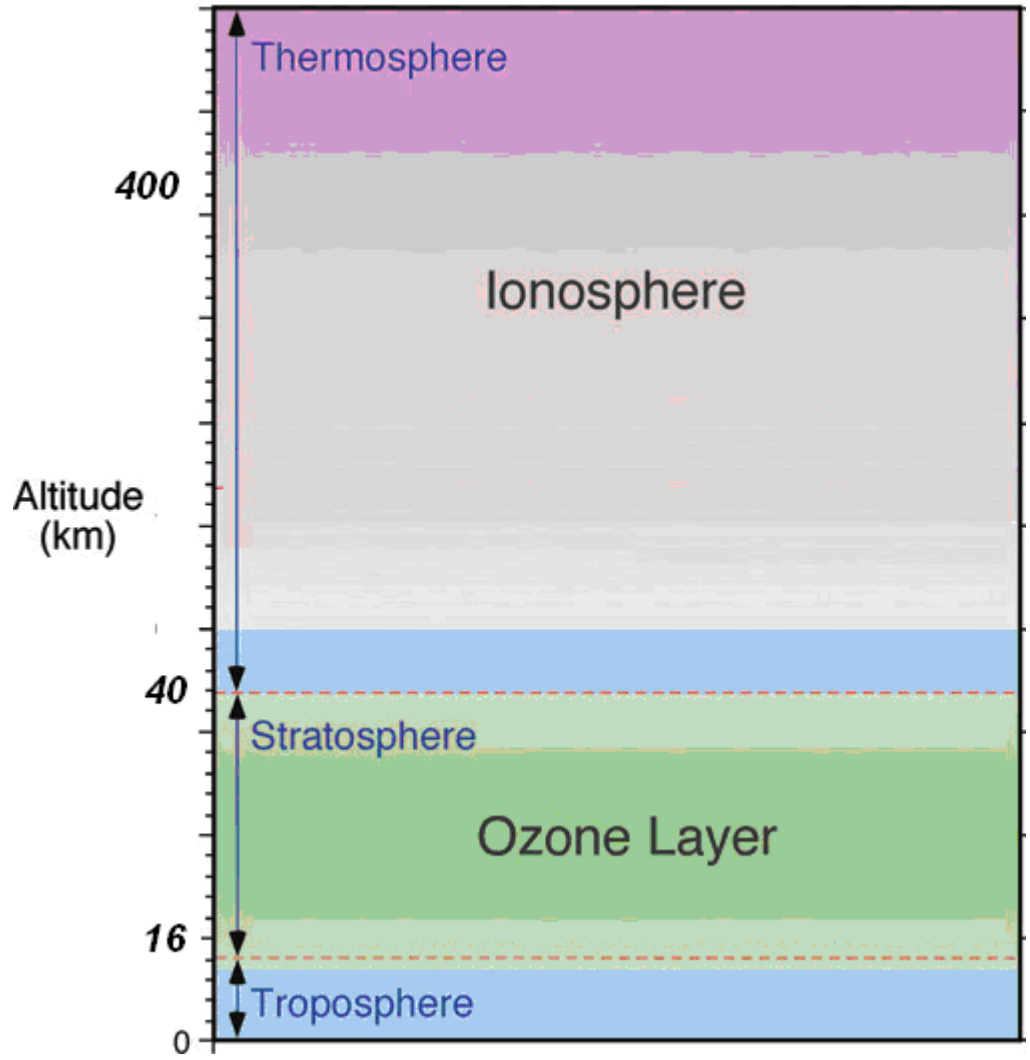
" FREQUENCY SPECTRUM "

इलेक्ट्रोमेग्नेटिक वेव्स की रेंज 20 किलो हर्तज् से 300 गीगा हर्तज् तक होती है। इस पूरी रेन्ज के उपयोग एवं फ्रिक्वेन्सी की विशेषताओं के आधार पर निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया गया है :–

Freq.Band (आवृत्ति बैन्ड)	Freq.Range (आवृत्ति परिक्षेत्र)	Uses (उपयोग)
V.L.F	20- 30 KHZ	POINT TO POINT प्रसारण के लिए
L.F	30 -300 KHZ	नाविकीय संचार व्यवस्था के लिए
M.F	300-3000 KHZ	मध्यम दूरी ब्रोडकास्ट के लिए
H.F	3 - 30 MHZ	लम्बी दूरी के संचार के लिए
V.H.F	30-300 MHZ	दूरदर्शन,एफ.एम प्रसारण के लिए
U.H.F	300-3000 MHZ	छोटी दूरी प्रसारण के लिए
S.H.F	3-30 GHZ	उपग्रह संचार राडार,अनुशंधान हेतु
E.H.F	30-300 GHZ	अनुसंधान कार्य हेतु

" IONOSPHERE "

पृथ्वी के चारों ओर सतह से लगभग 400 कि.मी. की ऊँचाई का क्षेत्र एटमोसफियर कहलाता है जो निम्नानुसार तीन भागों में बॉटा गया है :–



1-TROPOSPHERE :-- समुद्र तल से लगभग 16 किलो मीटर की ऊँचाई तक का यह क्षेत्र TROPOSPHERE कहलाता हैं। यह क्षेत्र भारी गैसों आक्सीजन तथा नाइट्रोजन आदि से भरा होता है।

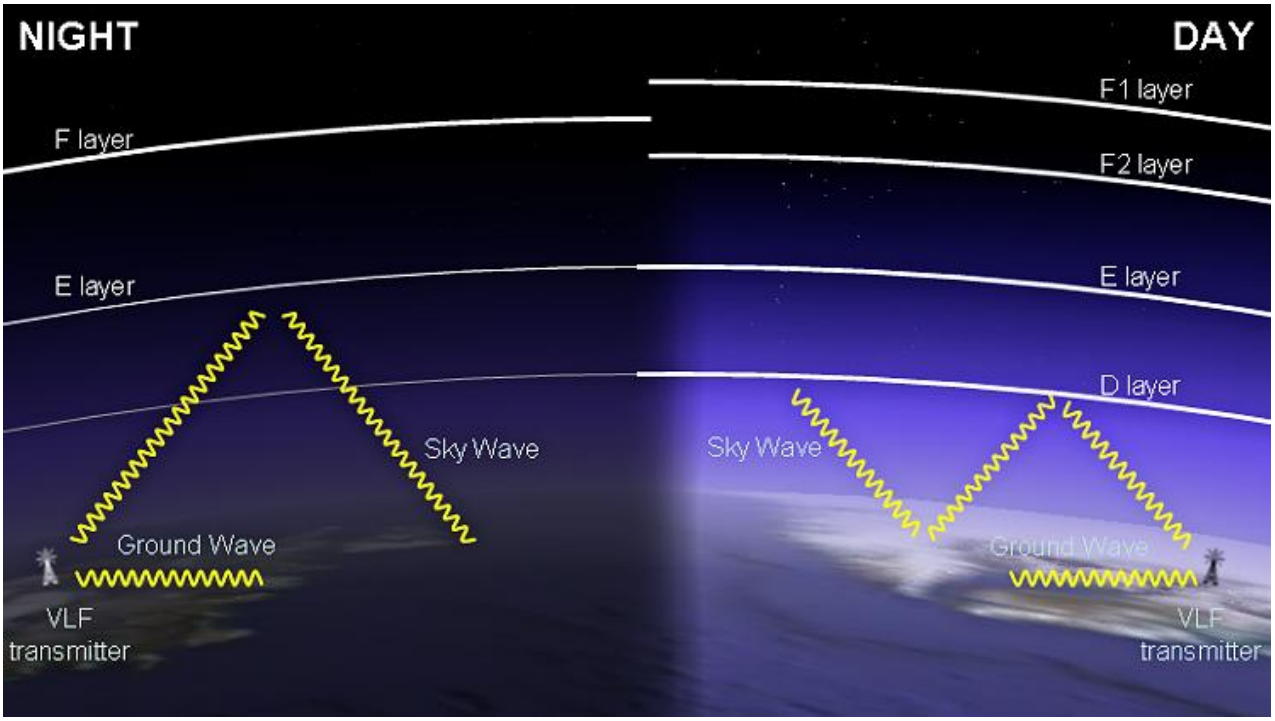
इस क्षेत्र में तेज हवाएँ तथा ऑधियॉ चलती रहती हैं। पृथ्वी के ऊॅचे से ऊॅचे पर्वत भी इसी क्षेत्र में आते हैं। इस क्षेत्र में रेडियो तरंगों को बहुत अधिक बाधाओं का सामना करना पडता है।

2- STRATOSPHERE :-- लगभग 16 किलोमीटर से 40 किलो मीटर तक की ऊॅचाई का यह क्षेत्र शांत होता है। इसमें आधियॉ आदि नहीं चलती हैं। इसकी ऊपरी पर्त का घनत्व निचली पर्त से कम होता है। यह क्षेत्र STRATOSPHERE कहलाता है।

3-IONOSPHERE :- लगभग 40 से 400 कि.मी. तक की ऊचाई का क्षेत्र IONOSPHERE कहलाता है। बायुमंडल का सबसे ऊपरी भाग IONOSPHERE सूर्य से सर्वाधिक ऊर्जा प्राप्त करता है। IONOSPHERE में उपस्थित गैसों के अणु (molecule) सूर्य से आवश्यक ऊर्जा प्राप्त कर धनात्मक व ऋणात्मक आयन्स में आसानी से विभक्त हो जाते हैं और लम्बे समय तक Ionised रहते है। यह क्षेत्र एच.एफ.रेडियो संचार को बहुत हद तक प्रभावित करता है।

" IONOSPHERE LAYERS "

भूमंडल का ऊपरी भाग गामा रे, अल्ट्रावाइलेट रे कास्मिक रेज आदि से गर्मी पाकर आयोनाइज हो जाते हैं। इस प्रकार इस क्षेत्र में +ve और -ve आयन्स बन जाते हैं। वह क्षेत्र जिसमें काफी संख्या में आयन विद्यमान होते हैं, उसको IONOSPHERE LAYERS कहते हैं। भूमंडल में आयोनाइजेशन सभी ऊॅचाईयों पर एक जैसा नहीं होता इसलिए यह विभिन्न परत बना लेती है। इन परतों का नाम ऊॅचाई और घनत्व के अनुसार दिया गया है।



1- D - LAYER :–यह लेयर लगभग 50 किलो मीटर से अधिकतम 90 कि.मी. की ऊॅचाई तक स्थित रहती हैं। इसकी औसत मोटाई लगभग 10 कि.मी. होती है। इस पर्त में आयोनाइज्ड गैसों की मात्रा सबसे कम होती है। और रात्रि में यह लेयर अदृश्य हो जाती है। यह लेयर कुछ V.L.F. और L.F. तरंगों को वापस करती है और M.F. तथा H.F. तरंगों को शोषित करती हैं।

2- E - LAYER :– लगभग 90 किलो मीटर से 140 कि.मी. ऊॅचाई तक स्थित रहती हैं। इसकी औसत मोटाई लगभग 25 कि.मी. होती है। रात्रि में सूर्य की अनुपस्थिति के कारण इस पर्त के आयन पुनः अणुओं

में बदल जाने से यह पर्त भी डी पर्त की तरह रात्रि में अदृश्य हो जाती है। E पर्त एम.एफ के सरफेस वेव्स प्रपोगेशन हेतु काम आती है। तथा दिन में कुछ मात्रा में एच.एफ. तरंगों को भी वापस करती है।

3- F - LAYER :– यह लेयर लगभग 140 किलो मीटर से 210 कि.मी. ऊॅचाई तक स्थित रहती हैं। दिन में यह पर्त दो भागों F_1 तथा F_2 में विभाजित रहती है। रात्रि में F_1 व F_2 पुनः मिलकर एक F पर्त हो जाती है। F_1 पर्त की ऊॅचाई 140 किलो मीटर से 210 कि.मी. तक होती है। दिन में इसकी औसत मोटाई लगभग 20 कि.मी. होती है। F_1 पर्त के द्वारा कुछ मात्रा में HF तरंगों को वापस किया जाता है। F1 पर्त अत्यधिक मात्रा में HF तरंगों को अवशोषित करती है।

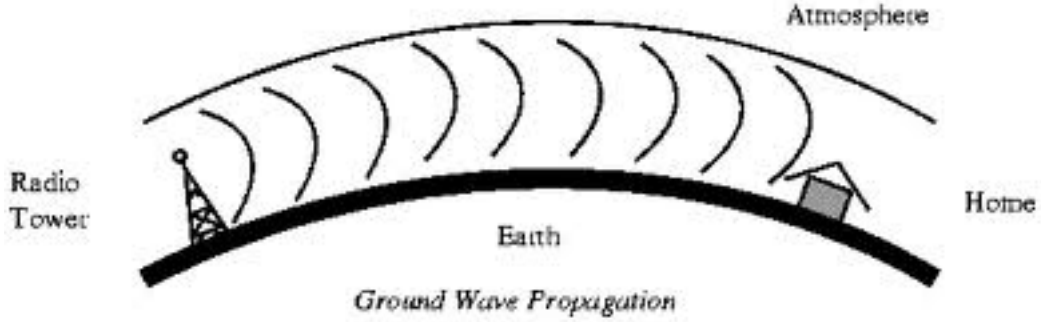
F_2 पर्त 210 कि.मी. ऊॅचाई से ऊपर होती है। दिन में इसकी औसत मोटाई लगभग 200 कि.मी. होती है। दिन के समय HF तरंगों का लंबी दूरी के संचार के लिये उपयोग किया जाता है दिन के समय में F_2 पर्त 250 कि.मी. ऊॅचाई से 400 कि.मी. होती है। रात्रि में F_2 पर्त की ऊॅचाई लगभग 300 कि.मी. तक आकर F_1 पर्त के साथ मिल जाती है और एक F पर्त बनाती है। F पर्त के द्वारा HF तरंगों का संचार अच्छा होता है।

" MODES OF PROPOGATION"

रेडियो तरंगें ट्रॉसमीटर से निकलकर निम्न भागों में वितरित होती हैं :–

1– ग्राउन्ड अथवा सरफेस वेव।
2– स्पेस वेव।
3– स्काय वेव।

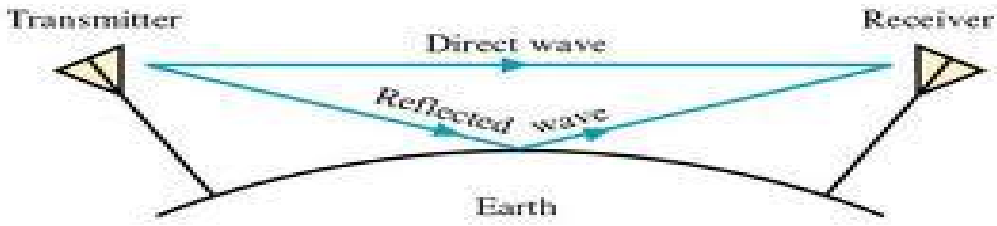
1-GROUND WAVE:-- इसको सरफेस वेव भी कहते हैं। ये तरंगें भूमिं की सतह के समानांतर चलती हैं। इस प्रकार का प्रोपागेशन LOW FREQUENCY के लिए लाभदायक होता हैं क्योंकि ज्यों–ज्यों फ्रिक्वेन्सी बढ़ती है ये बेबस् लाइन आफ साइट में चलने लगती है। इस प्रकार की वेव हाई फ्रिक्वेन्सी सिग्नल पर पैदा नहीं होती है।



Ground Wave Propagation

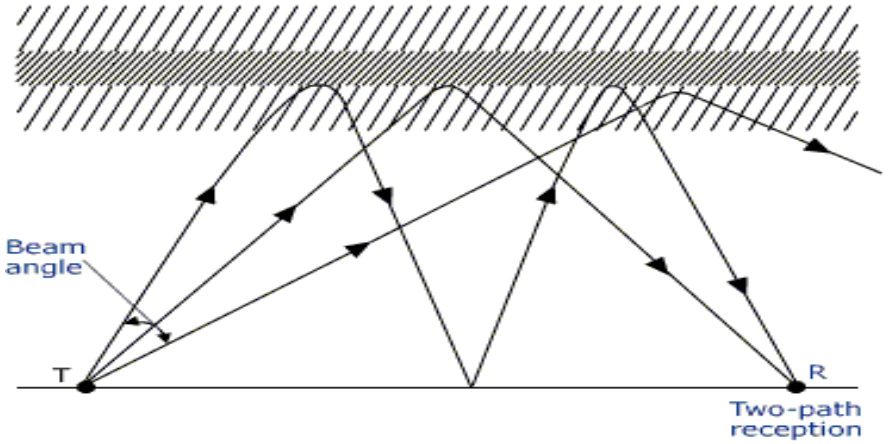
2-SPACE WAVE (DIRECT WAVE) :-- 30 MHz से अधिक की रेडियो फ्रिक्वेन्सी आयनोस्फेयर से रिफरेक्ट नहीं होती है। इन फ्रिक्वेन्सीयों की ग्राउन्ड वेव बहुत कम दूरी पर खत्म हो जाती है। इसलिए इन फ्रिक्वेन्सीयों के ऊपर न तो ग्राउन्ड वेव और न ही स्काय वेव प्रसारण लाभदायक हैं। अतः 30 MHz से अधिक फ्रिक्वेन्सी का प्रसारण स्पेस वेव से ही संभव है।

चित्र



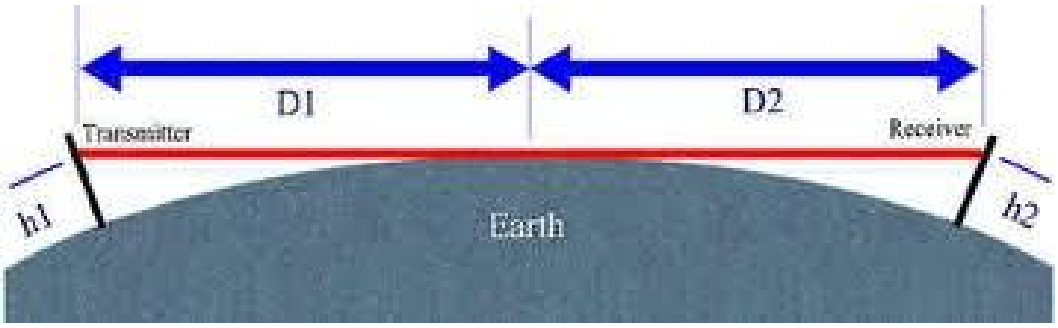
स्पेस वेव प्रसारण में रिसीविंग एन्टिना, दो रास्तों से तरंगों को पकड़ता है। एक सीधी तरंग जो ट्रॉसमीटर से रिसीवर तक डायरेक्ट पहुॅचती है और दूसरी तरंग जो भूमि से रिफलेक्ट होकर पहुॅचती है। साधारणतः ट्रांसमीटिंग और रिसीविंग एन्टेना के बीच की दूरी उनकी ऊॅचाइयों से बहुत अधिक होती हैं। अतः डायरेक्ट बेब ही रिसीबर तक पहुॅचती है।

3-SKY WAVE :-- जो रेडियो तरंगें ट्रॉसमीटिंग एन्टेना से निकलकर आयनोस्फेयर में पहुॅचती है और वहॉ से रिफरेक्ट होकर पुनः भूतल पर वापस आती हैं वे SKY WAVE कहलाती हैं। इसके अतिरिक्त ये तरंगें भूतल से परावर्तित होकर पुनः आयनोस्फेयर में पहुॅचती हैं और वहॉ से पुनः रिफरेक्ट होकर रिसीविंग एन्टेना पर पहुॅचती हैं। ये तरंगें आयनोस्फेयर से अपवर्तन और जमीन से परावर्तन के द्वारा समस्त भूमंडल पर छा जाती हैं और किन्हीं दो स्थानों के बीच रेडियो संचार स्थापित करने में सक्षम होती है। इनकी फ्रिक्वेन्सी रेंज 3 से 30 मेगा हर्टस होती है। इन्हें शार्ट वेव भी कहा जाता है।



" RADIO HORIZON "

Direct Wave में बायुमंडल की निचली पर्तों के कारण कुछ वक्रता आ जाती है जिससे ये तरगें कुछ हद तक पृथ्वी की वक्रता का अनुशरण करती हैं। ऊॅचाई के साथ Refraction Index में परिवर्तन भूमंडल में चलती हुई तरंगों को मोड़ देता है। भूमंडल का डायइलेक्ट्रिक कान्सटेन्ट ऊॅचाई के साथ बढ़ता जाता है। अतः तरंगें पृथ्वी की सतह के साथ मुड़ती जाती है। अतः Optical Horizon की तुलना में RADIO HORIZON कुछ अधिक बड़ा लगभग 4/3 गुना अधिक होता है।



RADIO HORIZON, ANTENNA की ऊँचाई पर निर्भर करता है। हम दोंनों एन्टेना की ऊँचाई और उसकी रेडियो होरीजोन की दूरी निम्न सूत्र से प्राप्त कर सकते हैः–

ट्रॉसमीटर के लिए रेडियो होरीजोन $dt = 4\sqrt{ht}$

dt= ट्रॉसमीटिंग एन्टेना से दूरी कि.मी. में।

ht= ट्रॉसमीटिंग एन्टेना की ऊँचाई मीटर में।

रिसीबर के लिए रेडियो होरीजोन $dr = 4\sqrt{hr}$

dr = रिसीविंग एन्टेना से दूरी कि.मी. में।

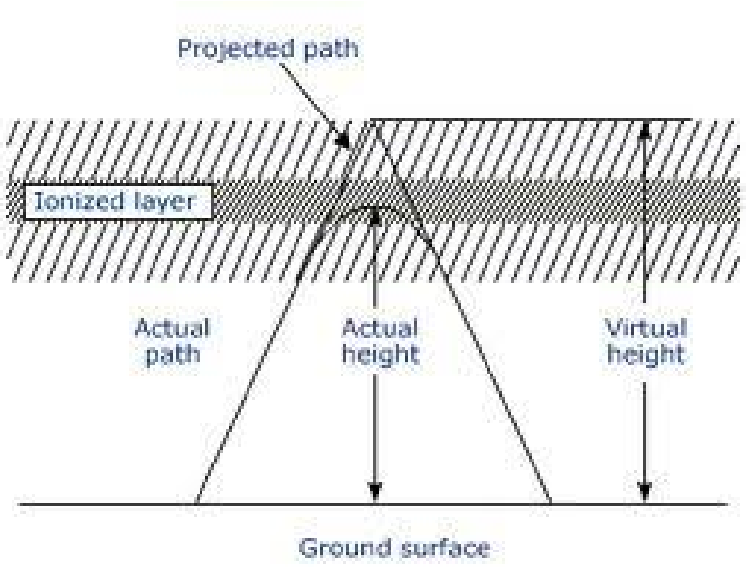
hr= रिसीविंग एन्टेना की ऊँचाई मीटर में

ट्रॉसमीटर और रिसीबर एन्टेना के बीच कुल दूरीः–

$$d = dt + dr$$
$$= 4\sqrt{ht} + 4\sqrt{hr} = 4(\sqrt{ht} + \sqrt{hr}) \text{ in } \mathbf{KM}$$

VIRTUAL-HEIGHT :-- स्काई वेव संचार में रेडियो तरंगें आयनोस्फेयर से परावर्तित होने के बाद सीधे वापस होने के बजाय आयनोस्फेयर की बिभिन्न आयन Dencity की Layer से अपवर्तित होकर वापस आती है। आयनोस्फेयर लेयर के नीचे उस स्काई वेव का मार्ग ऐसा प्रतीत होता है मानो कि वेव किसी ऊपरी ionised Layer से परावर्तित होकर वापस आ रही है।

आपतित तरंग (Incidence Wave) तथा अपबर्तित तरंग को पीछे मिलाये जाने (Projection) पर ये दोंनों जिस बिन्दु पर मिलती है वहॉ से जमीन की सतह तक की दूरी VIRTUAL-HEIGHT कहलाती हैं।



ACTUAL-HEIGHT :--आयनोस्फेयर लेयर की वह ऊँचाई जिससे कि रेडियो तरंगें अपबर्तित होकर पृथ्वी की ओर बापिस मुडती है ACTUAL-HEIGHT कहलाती हैं। ACTUAL-HEIGHT हमेशा VIRTUAL-HEIGHT से कम होती है।

CRITICAL FREQUENCY :-- किसी आयनोस्फेयर लेयर के लिए वह उच्चतम फ्रिक्वेन्सी जो Vertically incident किये जाने पर लेयर से परावर्तित होकर पृथ्वी की ओर वापस मुड जाती है क्रिटीकल फ्रिक्वेन्सी कहलाती है। फ्रिक्वेन्सी का मान इससे थोड़ा सा भी बढ़ाने पर बेव अंतरिक्ष में चली जाती है। और लौटकर नहीं आती। अथवा जब आपतित कोण (Incidence Angle) अभिलम्ब होता है तब वह उच्चतम फ्रिक्वेन्सी जो पृथ्वी की ओर वापस मुड जाती है CRITICAL FREQUENCY कहलाती हैं।

MAXIMUM USABLE FREQUENCY (MUF) :-- पृथ्वी पर दिए गए किन्हीं दो स्टेशनों के बीच संचार के लिए उपयोग की जाने वाली वह उच्चतम फ्रिक्वेन्सी जो दोनों स्टेशनों के मध्य स्काई बेव संचार करा सकती है MAXIMUM USABLE FREQUENCY (MUF) कहलाती हैं। MUF की Normal value 8 से 30 MHz होती है।

MUF एक Limiting frequency है। इसमें Normal के अतिरिक्त एक Specific Incidence Angle होता है।

MUF= Critical freq.(Fc) ⁄ cos θ

MUF=Fc.sec θ

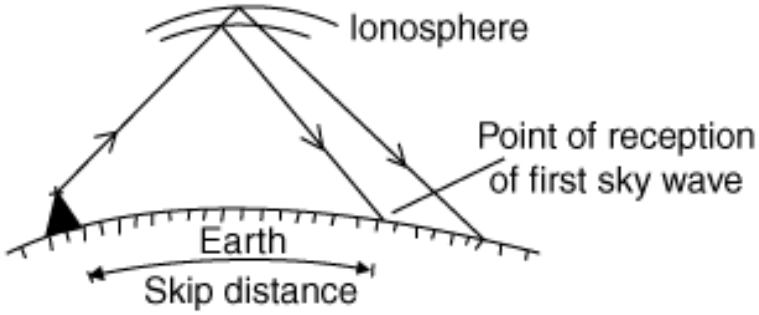
LOWEST USABLE FREQUENCY (LUF) :--जैसे–जैसे FREQUENCY MUF से नीचे घटती जाती है। सिग्नल का पावर (Strength) भी Greater Absorbtion के कारण कम होता जाता है। जब फ्रिक्वेन्सी लगातार कम होती जाती है तो सिग्नल अदृश्य हो जाता हैं और केवल noise रह जाता है।

किन्हीं दो स्टेशनों के लिए LUF वह न्यूनतम फ्रिक्वेन्सी होती है जिससे नीचे R.F.सिग्नल आयनोस्फेयर के द्वारा पूर्ण रुप से Absorb हो जाता है।

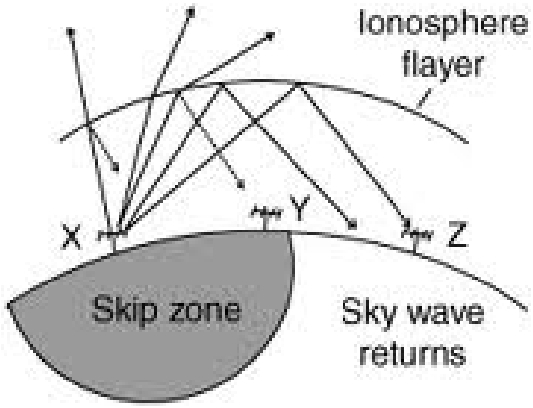
OPTIMUM USABLE FREQUENCY (OUF) :-- विश्वसनीय स्काई वेव संचार हेतु वह फ्रिक्वेन्सी जो LUF से ऊपर तथा MUF से कम होती है, OPTIMUM USABLE FREQUENCY कहलाती हैं। OUF, MUF से लगभग 15 प्रतिशत कम होती है।

OUF = 0.85 x MUF

SKIP DISTANCE:- स्काई वेव प्रसारण में ट्रॉसमीटिंग एन्टेना से उस निकटतम बिंदु की दूरी जहॉ स्काई वेव आयनोस्फेयर से अपवर्तित होने के बाद प्राप्त होती है। SKIP DISTANCE कहलाती है। ट्रॉसमीटिंग सेइस बिन्दु के पहले स्काई वेव प्राप्त नहीं होगी।



SKIP zone:-- प्रसारण केन्द्रों द्वारा medium wave तथा short wave दोनों bands पर एक साथ प्रसारण किया जाता है ताकि दूर व पास के सभी रिसीबर सिग्नल प्राप्त कर सके, फिर भी कुछ क्षेत्र ऐसा बच जाता है, जहॉ न तो ground wave पहुॅच पाती है और न ही sky wave पहुॅच पाती है। यह क्षेत्र skip zone या silent zone कहलाता है। SKIP zone कम रखने के लिए short wave प्रसारण में दिन की अपेक्षा रात्रि में निम्न (low) फ्रिक्वेन्सी पर प्रसारण किया जाता है।



DAY AND NIGHT FREQUENCY :-- आयनोस्फेयर में आयोनाइजेशन केवल सूर्य के प्रकाश में ही होता है, रात्रि में नहीं। इसके फलस्वरुप आयनोस्फेयर में आयन्स घनत्व सुबह से शाम तक बढ़ता रहता है और शाम से सुबह तक घटता रहता है। अर्थात आयन्स का घनत्व परिवर्तित होता रहता हे। रात्रि में आयन्स का घनत्व कम हो जाने के कारण रेडियो तरंगें आयनोस्फेयर में अधिक ऊॅचाई तक जाती है और परावर्तित तरंगें भी ट्रॉसमीटर से काफी दूरी पर लौटकर आती हैं इससे डिस्टेन्स में वृद्धि हो जाती है तथा SKIP zone भी बढ़ जाता है। अतः SKIP zone का मान स्थिर रखने के लिए दिन की अपेक्षा रात्रि में कम फ्रिक्वेन्सी पर प्रसारण किया जाता है।

000

लेखक – स.उ.नि. रे. प्रेमषंकर दीक्षित

बिषय सामग्री का संदर्भ –

1.बेसिक इलेक्ट्रॉनिक इंजीनियरिंग – लेखक– पी.एस. जाखड, सत्या जाखड