

Antenler ve Elektromanyetik Işıma

Dr. Cahit Karakuş

2018-Istanbul

İçindekiler

1. Giriş	5
1.1. Tarih	9
1.2. Birimler.....	18
1.3. Wireless Communication Systems.....	20
1.4. Elektrik e Enerji	22
1.5. Laws of Exponents and logarithms	24
1.6. Gain, Attenuation, and Decibels	25
1.7. Tx Power.....	26
2. Elektromanyetik Işıma	27
2.1. Atom Altı Parçacıklar	29
2.2. Maxwell's Equations	36
2.3. Elektromanyetik yayılım spektrumu	41
3. Electromagnetic Wave Propagation	48
3.1. Elektromagnetik güç	49
3.2. Velocity of Electromagnetic Waves	51
3.3. Power Flux Density.....	52
4. Media Effects on Electromagnetic Waves	53
4.1. Electromagnetic Links	56
4.2. Line of Sight (LOS)	57
4.3. Non-LOS Propagation.....	58
4.4. Signal Propagation	60
4.5. Noise	64
4.6. Dünyanın Atmosfer Katmanları.....	66
5. Anten.....	71
5.1. Uzak Alan (Far Field) Koşulları.....	71
5.2. Serbest Uzay Koşulları.....	72

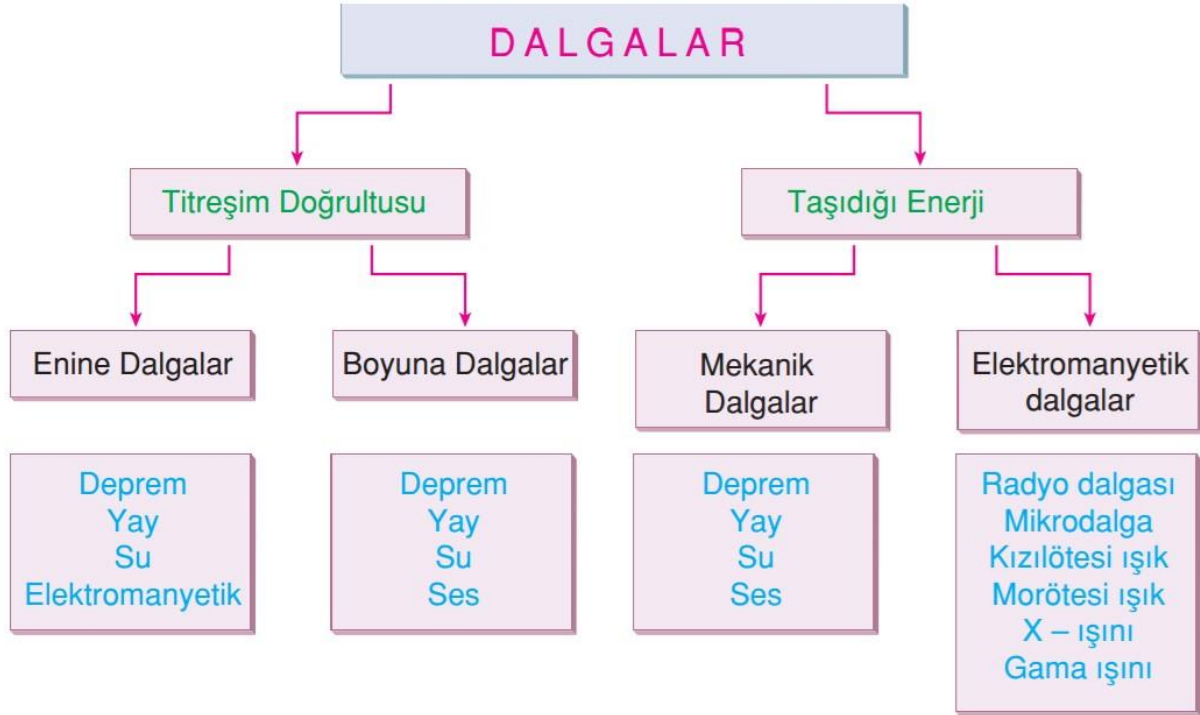
5.3.	Directivity and Gain.....	73
5.4.	Antenna Impedance.....	79
5.5.	Antenna Types	82
5.6.	Radiation pattern	91
5.7.	Pattern & Gain	96
5.8.	Test Procedure	97
6.	Yönlendirilmiş Elektromanyetik Enerji.....	98
6.1.	Yönlendirilmiş Enerji Kaynakları.....	98
6.2.	Elektromanyetik saldırı	104
6.3.	Radyo Teleskopları – Uzaydan Gelen Sinyaller	113
6.4.	Lazer Silahları	117
6.5.	Elektromanyetik gözetleme ve takip:	120
6.6.	Elektromanyetik korunma:	123
6.7.	Elektromanyetik fırlatıcılar:.....	124
6.8.	Elektromanyetik Dalgalardan Enerji Hasat Etme	126
6.9.	Kablosuz Ortamda Enerji Transferi	128
6.10.	Yüksek Güçte Elektromanyetik Yayınım İçin Gerekli Enerji.....	129
6.11.	Elektromanyetik Enerjinin Çevre Sağlığına Etkisi	130
7.	High Frequency Active Auroral Research Program	132
8.	Uygulamalar	138

“Elektrik enerjisinin boşlukta bir yerden başka bir yere iletilebilmesi için ortamın kırılması, iyonlaşması, plazma denilen hale dönüşmesi gerekir. Böylece ortam tıpkı elektrik telinin elektriği ilettiği şekilde elektriği iletecektir.” TESLA

Electromagnetic radiation types are identified based on their **frequency, wavelength**, and source.

Yaşadığımız kainatta enerjinin iletilmesi dalga hareketi ile mümkün olmaktadır. İşittiğimiz sesler, güneş ışınları dalga olarak yayılmaktadır. Genelde çevremizde gördüğümüz ya da görmediğimiz dalgalar, su dalgaları, ses dalgaları, ve elektromanyetik dalgalar olarak sınıflandırılır.

1. Giriş



Elektromanyetik dalgaların bir elektrik bir de manyetik bileşenleri vardır. Elektromanyetik dalgalar boşlukta ışık hızında yayılırlar, 3×10^8 m/saniye. Bir saniyede 300.000.000 metre yol alırlar.

Elektromanyetik dalgalar boşlukta yayılırken mesafe arttıkça ve yayılım (taşıyıcı) frekansları arttıkça da güçleri zayıflar. Bu zayıflama aşağıdaki formül ile bulunur. Friis denklemi olarak adlandırılır.

$$P_R = P_T G_T G_R \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2$$

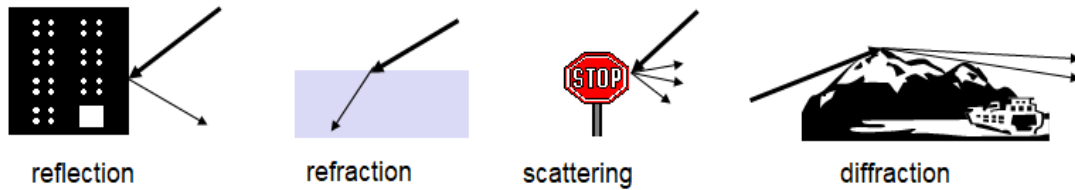
Elektromanyetik dalgaları yayılırken ortamdan etkilenirler. Bu etkileşimler diğer dalgalar ile girişime uğrarlar, yüzeylerden yansır, kırınırlar, saçılırlar ve kırılıma uğrarlar. Bu etkileşimler yayılımı olumsuz etkilerler. Öte yandan elektromanyetik dalgaların yayılım yaptıkları ortamın etkileşim parametreleri hesaplanır. Bu uygulamalara radar ve

elektromanyetik görüntülemeyi örnek verebiliriz. Günümüz mobil telefon haberleşme sistemlerinde çoklu yollardan yansıyıp gelen sinyaller ile verici ve alıcı antenler birlerini görmeseler bile haberleşme mümkün olabilmektedir.

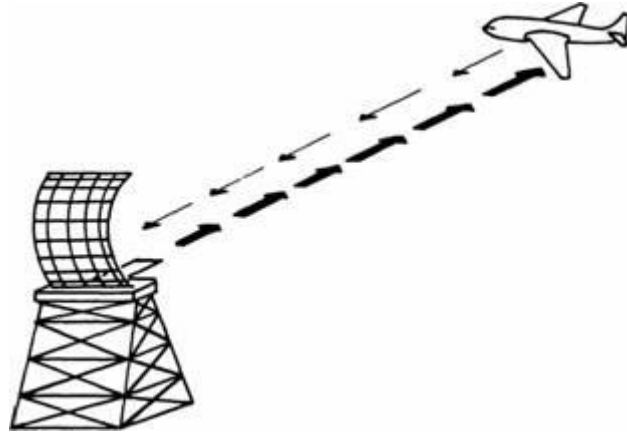
Elektromanyetik dalgaların en önemli parametresi yayılım yaptıkları frekanslarıdır. Dalga boyu parametresi ile tanımlanırlar. Dalga boyu ışık hızının (m/sec) yayılım frekansına bölümü (1/sec) ile bulunur.

Elektromanyetik dalar büyük engellerde yansır (reflection), ortamın yoğunluğuna bağlı olarak kırılır (refraction), küçük engellerde saçılır (scattering), kenarlarda kırınır (diffraction). Görüntülemelerde elektromanyetik dalgaların ortam etkileşimlerinde 3 uygulama önemlidir:

- Yansıma, yayılım yapan sinyalin dalga boyuna göre büyük olan bir yüzeyle karşılaştığında gerçekleşir.
- Kırınım, radyo dalgasının dalga boyuna kıyasla büyük, aşılmaz bir cismin kenarında meydana gelir.
- Saçılma, ortama gelen sinyal dalga boyuna göre daha küçük olan bir nesneye çarptığında meydana gelir.



Söz gelimi uçakların havada yerlerinin, yönlerinin, hızlarının belirlenmesinde reflection dediğimiz elektromanyetik dalgaların yansıması dediğimiz Radar sistemleri kullanılır ve ortam etkileşimlerinden yararlanır. Radar ile bir elektromanyetik dalga gönderip cisimlerden yansıyan yankıyı uygun bir alıcı ile ölçülür. En basit hali ile radar bir verici, bir alıcı, bir anten ve bir veri işlem biriminden oluşmaktadır. Verici anten vasıtasıyla yüksek güçlü bir sinyal yayılır ve ardından radar yardımıyla yansıyan elektromanyetik dalgaları ölçülür. Gelen sinyalin geliş süresi, enerjisi ve frekansı gibi bilgiler veri işlem birimince değerlendirilerek imaj, konum, hız gibi kıymetli bilgilere çevrilir. Gelen sinyaller geri yansıyan olarak adlandırılmaktadır ve gönderilen sinyallere göre çok zayıf güçtedirler.



Yeraltı Radarı veya genel adıyla GPR (Ground Penetrating Radar) yöntemi, yakın yüzey araştırmalar için kullanılan yüksek frekanslı elektromanyetik prensip ile çalışan bir yöntemdir. **GPR** yeraltında gömülü yapı ve tesisatları, madde farklılıklarını ve çatlak veya boşlukları ufak lokasyon hatalarıyla iyi haritalayabilen bir jeofizik ölçüm metodudur.

Sentetik Açıklıklı Radar **SAR**, insanlı ve insansız hava platformlarında kullanılabilen, yüksek çözünürlüklü yeryüzü görüntüleme ve hareketli hedef tespiti amaçlı bir radar sistemidir. Sentetik Açıklık Radar (SAR) sistemi, farklı ve birden fazla noktadan dalgalar gönderip yansıyan dalgaları dünyanın fiziki yapısına uygun işleyerek taranan alanın görüntüsünü elde etmeye yarayan radardır. **SAR** Sistemi, havadan gözetleme veya görüntüleme ihtiyaçlarına yönelik olarak çeşitli askeri ve sivil uygulamalarda kullanılabilmektedir. Bulutlu, kötü havalardan etilenmemesi, karanlık ortamlarda görev yapabilmeside ayrı bir avantaj sunar. Sentetik Açıklıklı Radar (SAR) sistemlerinde anten hareket ederken sistem ardışık geri dönüşleri toplamakta ve sinyalleri yeniden oluşturmaktadır. Hedeften yansıyan sinyallerin Doppler kaymasını ölçmektir. Verici hareket ettiği için hedef alan dönüyor gözükür. Bu CW (Continuous-Wave) radarlar için hareket ile ilişkili olarak bir problem yaratmaktadır. Elektronik cihazlar ve uygun algoritmalar ile bu problemler ve yansıyan sinyallerdeki doppler kaymaları giderilmektedir. Genellikle uydularda kullanılan SAR radar sistemlerinin doğruluğu, hassasiyeti çok yüksek olmaktadır. Ayrıca hedef belli bir lokasyonsa sabitse veri toplama periyodu uzatılabileceğinden sistemin verimliliği ve performansı oldukça artacaktır. Bu yüzden SAR radarları sabit lokasyonlardaki nesnelerin (örneğin yeryüzü şekilleri, şehirler, askeri üstler...) imajını çıkartmak için kullanılmaktadır. Genel anlamda darbe radardan tek farkı, tek bir yankının işlenmesi yerine sentetik açıklık boyunca elde edilen sinyallerin toplanarak işlenmesidir. SAR sistemlerinde **Radar Çözünürlüğü**, birbirine yakın iki hedefi birbirinden ayırt edebilme parametresidir. İki farklı çözünürlük değişkeni vardır. Azimuth ve menzil çözünürlüğü. Azimuth, iki hedefin radarın antenine göre eşit mesafede ve birbiri ile yakın olduğu durumlarda bu hedefleri tek bir hedef olarak algılaması etkisidir. Menzil ise iki hedefin radar istasyonuna göre aynı

mesafede bulunduğu zamanlarda iki hedefin dalgalarının biri diğlerinden önce ulaşıyorsa radar bunu tek bir hedef olarak algılar.

Isı enerjisinin elektromanyetik dalgalar şeklinde transferine ısıнын ışıının ışıının yayılması denir. Sıcaklığı yüksek olan bir sistemden sıcaklığı düşük başka bir sisteme enerji aktarmanın yolu ısıdır. ısıнын yayılma yolları ise ortam da madde bulunup bulunmamasına ya da maddenin haline göre farklılık gösterir. ısıнын yayılma yolları iletim, konveksiyon (taşıma) ve ışıındır. İletim ve konveksiyon maddenin taneciklerinin etkileşmesiyle, ışıının elektromanyetik dalgalarla enerjinin yayılmasıdır.

Radyasyonu temel olarak iki şekilde sınıflandırabiliriz. Bunlar “parçacık” ve “dalga” tipi radyasyonlardır. Parçacık radyasyonu; belli bir kütle ve enerjiye sahip çok hızlı hareket eden minik parçacıkları ifade eder. Bunlar hızla giden mermilere benzerler, ancak gözle görülemeyecek kadar küçüktürler. Dalga tipi radyasyon; belli bir enerjiye sahip ancak kütsüz radyasyon çeşididir. Bunlar, titreşim yaparak ilerleyen elektrik ve manyetik enerji dalgaları gibidir. Görünür ışık dalga tipi radyasyonun bir çeşididir. Bütün dalga tipi radyasyonlar ışık hızıyla (3×10^8 m/saniye) hareket ederler.

Gözlerimizin fark edebileceğı en yüksek enerjili ışık mor renkli ışıktır. Radyasyonun enerjisi arttıkça ışık rengi mor renk ötesine gider ve morötesi olarak adlandırılır. Morötesi ışığı göremez veya hissedemeyiz, ancak ortamda mevcuttur ve eğer şiddeti büyükse ciltte bırakacağı güneş yanığına benzer yanık izleri ile varlığı hissedilir. Parçacık ve dalga tipi radyasyonları da yine iki gruba ayırmamız mümkündür. Bunlar, “iyonlaştırıcı” ve “iyonlaştırıcı olmayan” radyasyonlardır.

İyonlaştırıcı radyasyon, çarptığı maddede yüklü parçacıklar (iyonlar) oluşturabilen radyasyon demektir. İyon meydana gelmesi yani iyonizasyon olayı herhangi bir maddede meydana gelebileceğı gibi insanlar dahil tüm canlılarda da oluşabilir. O halde iyonlaştırıcı radyasyonlar, önlem alınmadığı takdirde tüm canlılar için zararlı olabilecek radyasyon çeşitleridir. Başlıca beş iyonlaştırıcı radyasyon çeşidi vardır. Bunlar, **Alfa parçacıkları, Beta parçacıkları, X ışınları, Gama ışınları ve Nötronlardır.**

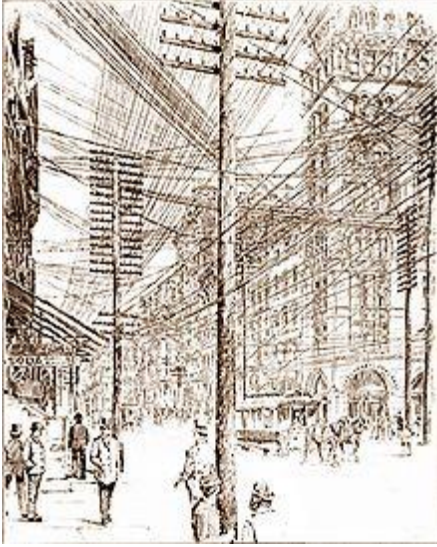
1.1. Tarih

Antik Mucitler

Arşimet'in Güneş ışınlarını büyük bir ayna aracılığıyla düşman üzerine yansıtıp gemileri ateşe veren bir proje üzerinde çalıştığı hatta uyguladığı da söylenir. İnanılması oldukça güç olan bu hikaye, büyük bir ihtimalle bir efsaneden başka bir şey değildir. Bununla birlikte Arşimet'in icat ettiği makineler, Romalıların gözlerini o derece yıldırması ki surların üzerinde bir ip ya da değnek gördükleri zaman onun bir makinesi sanarak bağırıp kaçtıkları söylenir. Arşimet'in geometriye yapmış olduğu en önemli katkılardan birisi, bir kürenin yüzölçümünün $4\pi r^2$ ve hacminin ise $(4/3)\pi r^3$ ye eşit olduğunu kanıtlamasıdır. Bir dairenin alanının, tabanı bu dairenin çevresine ve yüksekliği ise yarıçapına eşit bir üçgenin alanına eşit olduğunu kanıtlayarak pi değerinin $3 + 1/7$ ve $3 + 10/71$ arasında bulunduğunu göstermiştir. Başka bir deyişle bu formülleri suyun hacim kullanma esnasında alabileceği öz kütle çapıdır. Öz kütle ya da yoğunluk fizikte, belirli sıcaklık ve basınç altında birim hacimdeki madde miktarıdır. Sabit basınç ve sıcaklık altında; Kütlesi artan bir maddenin hacmi de artar dolayısıyla, hacimle kütle doğru orantılı değiştiği için öz kütle değişmez.

1875 – 1925 New York

Elektrik 19. yüzyılda laboratuardan çıkarak insanların günlük yaşamına girmeye ve günlük yaşamdaki her şeyi değiştirmeye başladı. Aydınlatmada gaz lambaları ve kandiller yerlerini elektrik enerjisiyle çalışan ampullere bırakıyordu. Kuşkusuz bu dönemde çok sayıda bilim insanı önemli keşiflere imza attılar; ancak içlerinden bazıları galaksinin parlayan yıldızları gibi binlerce keşif ve icatta bulundular. Bunlar Thomas Edison, Tesla, Guglielmo Marconi, Alexander Graham Bell gibi bilim insanları ve mucitlerdi. Bu yıllarda buluşların tümü New York şehrinde deneniyordu. Kısa sürede New York sokaklarını enerji ve telefon direkleri ve kablo hatları örümcek ağı gibi kapladı. Yürünmez bir hale gelen sokaklardaki bir telefon direği kabloları tutan 50 çapraz tahta taşıyordu.



New York City streets in 1890. Besides telegraph lines, multiple electric lines were required for each class of device requiring different voltages.

Michael Faraday	(22 Eylül 1791 – 25 Ağustos 1867)
James Clerk Maxwell	(13 Haziran 1831 – 5 Kasım 1879)
Alexander Graham Bell	(3 Mart 1847 – 2 Ağustos 1922)
Thomas Alva Edison	(11 Şubat 1847 – 18 Ekim 1931)
Nikola Tesla	(10 Temmuz 1856 – 7 Ocak 1943)
Heinrich Rudolf Hertz	(22 Şubat 1857 – 1 Ocak 1894)
Guglielmo Marconi	(25 Nisan 1874 – 20 Temmuz 1937)
Albert Einstein	(14 Mart 1879 – 18 Nisan 1955)
Robert Watson-Watt	(13 Nisan 1892 – 5 Aralık 1973)

Michael Faraday, (22 Eylül 1791, Newington, Surrey – 25 Ağustos 1867, Londra), İngiliz kimya ve fizik bilgini. 19. yüzyılın en büyük bilim adamlarından biridir. Elektromanyetik indüklemeyi, manyetik alanın ışığın kutuplanma düzlemini döndürdüğünü buldu. Elektrolizin temel ilkelerini belirledi. Klor gazını sıvılaştırmayı başaran ilk kişidir ve elektrik motorunu icat etmiştir.

James Clerk Maxwell (13 Haziran 1831 - 5 Kasım 1879), İskoç teorik fizikçi ve matematikçi. En önemli başarısı klasik elektromanyetik teorisinde daha önceden birbirleriyle ilişkisiz olarak gözüken elektrik ve manyetizmanın aynı şey olduğunu kendisine ait olan Maxwell Denklemleri'yle (4 denklem) ispatlamıştır. Bu denklemler elektrik, manyetik ve optik alanlarında kullanılır. Maxwell Denklemleri sayesinde bu alandaki klasik denklemler ve yasalar basitleştirilmiş oldu. Maxwell'in elektromanyetik alandaki çalışmaları, birincisi Isaac Newton tarafından gerçekleştirilmiş, "fizikteki ikinci büyük birleşme" olarak isimlendirilir.

Alexander Graham Bell, (3 Mart 1847, Edinburgh İskoçya - 2 Ağustos 1922, Baddeck Kanada), 1876'da telefonun icadı ile tanınan Alexander Graham Bell önce Ontario'ya, daha sonra Boston'a yerleşti. Ancak ABD Temsilciler Meclisi'nden, telefonun mucidinin İskoç Graham Bell değil, İtalyan göçmeni Antonio Meucci olduğu kararı çıktı. Aslında Graham Bell, sağırların sessizliğini ortadan kaldırmaya çalışıyordu. Bunu başaramadı ama her gün yeni bir özelliğe kavuşan telefonla birbirinden kilometrelerce uzaktaki insanların birbirlerini duymalarını sağladı. Telefon günlük yaşama değişik biçimlerde girmeye başlamıştı. O yıllarda yayımlanan gazetelere verilen bir reklamda telefon şöyle tanıtıldı: "Sohbet. Ağızdan kulağa telefonla konuşarak çok daha rahat." Bell 1915 yılında New York'u San Francisco'ya bağlayan ilk uzun kentler arası telefon hattını açtı. Karşısında yine yardımcısı Watson vardı. Aradan geçen onca yıla karşın Bell ilk günü unutmadı. Watson'a "Watson seni istiyorum, buraya gel" dedi.

Albert Einstein (14 Mart 1879 - 18 Nisan 1955), Yahudi asıllı Alman teorik fizikçi. Albert Einstein, özel görelilik ve genel görelilik kuramları ile iki yüzyıldır Newton mekaniğinin hakim olduğu uzay anlayışında bir devrim yaratmıştır. Sadece matematik hesaplamalar ve denklemler ile oluşturduğu kuramları sonradan deneysel olarak defalarca doğrulanmıştır. $E = mc^2$ denklemi ile formüle ettiği kütle-enerji eşdeğerliği yıldızların nasıl enerji oluşturduğuna açıklama getirmiş ve nükleer teknolojinin önünü açmıştır.

Robert Watson Watt (13 Nisan 1892 – 5 Aralık 1973) Radarı bulan kişidir. Radyo tekniğinin öncülerinden fizikçi James Clerk Maxwell ve Heinrich Hertz'in geliştirdikleri teorilerden yola çıkan Branly, Tesla ve Marconi haberleşmede radyo tekniğini gerçekleştirdiler.

Nikola Tesla (1856-1943) mucit, bilim adamı ve elektrik mühendisidir. Alternatif elektrik jeneratörleri, Tesla bobinleri, transformatörler ve radyo teknolojisinde buluşları ile öncü oldu. Tesla ölümüne kadar yönlendirilmiş enerji silahı üzerinde çalışmıştır. Nikola Tesla 9 Temmuz 1856'da, bugün Hırvatistan sınırları içinde bulunan Smiljana kasabasında doğdu. 1879 yılında Graz'daki politeknik okuluna giren Tesla, Prag Üniversitesi'nde mekanik ve elektrik mühendisliği eğitimi aldı. 1881'de Macaristan'a giderek telgraf ofisinde çalıştı ve burada telefonla ilgili önemli çalışmalar yaptı. Bir süre sonra Macaristan'dan ayrılıp Paris'e geçerek Continental Edison şirketinde çalışmaya başladı. Edison'un arkadaşı ve Avrupa'daki iş ortaklarından Charles Batchelor'dan bir tavsiye mektubu alıp 28'inde genç bir mühendis olarak New York'a gitti. Edison'la tanışmasında kendisine verdiği Batchelor'ın tavsiye mektubunda şu satırlar yazılıydı: "Sevgili Edison, ben iki büyük adam tanıyorum, bunlardan biri siz, diğeri de bu genç adam." Edison, Tesla'yı hemen işe aldı. Tesla'nın Amerika serüveni yaşamı boyunca devam edecek ve bir otel odasında son bulacaktı.

New York'ta Edison'un fabrikasında elektrik dinamoları üzerine çalışan Tesla mevcut dinamoları geliştirmek yerine onları tamamen yeniden tasarlamanın daha doğru olduğunu düşünüyordu. Edison bu işin kolay başarılamayacağını ve uzun yıllar alacağını farkındaydı. Günde neredeyse 18 saat çalışan Tesla'ya bir defasında şunları söylemişti: "Eğer başarırsan sana 50 bin dolar vereceğim. Sadece bir yıl sonra, kusursuz çalışan dinamoyu Edison'a teslim eden Tesla, anlaşma gereği parasını istediğinde alacağı yanıtı belki yaşamı boyunca unutmayacaktı: "Sevgili Tesla siz herhalde Amerikan esprilerini anlamıyorsunuz." Teslaya gereken ödemeyi yapmayan Edison sadece maaşında küçük bir artışla durumu kapatmaya çalıştı. Ancak Tesla çok geçmeden Edison'la yine karşı karşıya geldiğinde, bu sefer konu para değil, tamamen bilgi, beceri, öngörü ve deneyim gerektiren, elektrik akımının şekillendirilmesi olacaktı. Bu, alternatif akım ile doğru akım arasındaki mücadeleydi. Tesla üstünlüklerine inandığı için alternatif elektrik akımı üretmeye çalışıyordu. Doğru akımın zayıf yönlerini biliyordu. Ona göre, alternatif akımı daha kolay bir şekilde ve ucuz bir maliyetle çok uzaklara göndermek mümkündü. Böylece elektrik enerjisini çok uzak bölgelerde oturan insanların kullanımına sunmak daha kolay olacaktı. Edison ise doğru akımdan yanaydı ve Tesla'ya şiddetle karşı çıkıyordu. Alternatif akımın çok tehlikeli olduğunu ve hatta elektrikli sandalyelerde kullanıldığını belirterek doğru akımın üstünlüğüne vurgu yapıyordu. Dünyaca tanınan ve büyük bir ekonomik güce sahip olan Edison karşısında, Tesla'nın görünürde yapabileceği pek bir şey de yoktu aslında. Ancak zaman Tesla'yı haklı çıkardı.

Tesla çok geçmeden, 1887'de alternatif akım sistemini geliştirdi ve Edison'a karşı mutlak bir başarı kazandı. Edison şirketinden ayrılan Tesla, girişimci ve sanayici J. Pierpont Morgan'ın yardımıyla kendi laboratuvarını kurdu. Tesla'nın başarısını duyan sanayici George Westinghouse da (1846-1914) onunla bir anlaşma yaparak alternatif akım sistemlerinin kullanım hakkını kendisinden aldı. Böylece Westinghouse'un alternatif akımı ile Edison'un doğru akım teknolojisi Amerikan endüstrisinde yeni bir savaşı başlatıyordu. Yapılan hidroelektrik santralleriyle çok geçmeden şehirler Edison'un doğru akımıyla değil, Tesla'nın alternatif akımıyla aydınlanacaktı. Tesla alternatif akımın günlük kullanıma girmesinde başrolü oynamıştı. Ama bir adım daha ileri giderek elektrik enerjisini, kablolu olarak uzak bölgelere iletmeye çalıştı ve bu idealden yaşamı boyunca vazgeçmedi. Edison'un Tesla'ya haksızlık yaptığı ve onun emeğini sömürdüğü bir gerçek. Ancak Edison'un hakkını da teslim etmek gerek. Onun da Tesla'ya büyük katkıları oldu. Tesla, Amerika'ya gitmeden önce alternatif akımla çalışan elektrik motorunu yapmaya çalıştıysa da bunu başaramamıştı. Oysa çok sayıda yeniliği Edison'la tanıştıktan sonra, onun laboratuvarında çalışırken imza atabildi.

O dönemdeki mucitlerin çoğu bugün dünya devi olan şirketlerin kurucuları; General Electric olarak bilinen şirketin Edison tarafından kurulmuş olması gibi. Tesla, Edison ve Marconi'den farklı olarak, yaptığı çalışmaları ve aldığı patentleri ne yazık ki yeterince iyi kullanamadı ve bu yüzden sürekli ekonomik sıkıntılar çekti. Elektrik motorların geliştirilmesi, alternatif elektrik akımı, aydınlatma teknikleri, flüoresan ışık, robotlar, radyo, uzaktan kumanda sistemleri ve

elektrikle çalışan yüzlerce cihaz. Tesla'nın çalışmaları diğer tüm alanlarda olduğu gibi tıbbi görüntüleme sistemlerinde de âdeta çığır açtı. X ışınları üreten sistemden manyetik rezonans görüntülemeye kadar radyoloji bölümlerindeki tüm teknik cihazlarda Tesla'nın katkıları var. Patentleri ya değerinin çok çok altında satın alınıyordu ya da haksız yere başkaları tarafından kullanılıyordu

Tüm bu alanlarda büyük katkıları olmasına karşın Tesla doğru dürüst geçinebileceği bir ekonomik kaynak elde edemedi. Patentleri ya değerinin çok altında satın alınıyordu ya da haksız yere başkaları tarafından kullanılıyordu. Bunlardan en önemlisi radyonun patentidir. Telgraf ve telefon kablolarına bağlı olmadan haberleşebilme imkânı. Telsiz mesajlar en az telefon kadar önemliydi. Bununla, denizlerde seyreden gemilere ve hatta okyanus ötesine mesaj gönderme olanağı doğuyordu. Radyo günlük yaşamda önemli bir kitle iletişim aracı olduğu gibi askeri alanda da önemli bir haberleşme aracı oldu. İtalyan bilim insanı Guglielmo Marconi radyoyu geliştiren ve kullanıma sunan kişi olarak biliniyor. Marconi'nin radyo konusundaki katkıları elbette inkâr edilemez, ancak Tesla'nın katkıları ve öncü çalışmaları kuşkusuz onunkilerden az değildir. Marconi 1896 yılında radyo konusundaki ilk patentini aldı ve hemen ardından bir şirket kurdu. Bu konuda sürekli çalıştı ve yeni patentler aldı. Radyonun yaygın kullanımında önemli rol aldı. Çok geçmeden, 1909'da Nobel komitesi telsiz telgraf konusundaki çalışmalarından dolayı Karl Ferdinand Braun'la birlikte Marconi'yi Nobel madalyası ile onurlandırdı. İlginç olan nokta, Marconi radyo yayını yaparken Tesla'nın patentini aldığı sistemi kullanıyordu ve çalışmasını Tesla'nın araştırmalarına dayandırmıştı.

Marconi'nin kendine ait sistemi ise son derece basit ve yetersizdi. Tesla en az Braun ve Marconi kadar Nobel madalyasını hak ediyordu. Tesla bu alandaki öncü çalışmaları yapmış ve 1895'te telsiz sinyallerini 50 mil uzaktaki mesafeye göndermeyi başarmıştı. 1897'de radyo patentini almak için başvuruda bulundu, 1900'de aldı. Radyo patenti uzun yıllar tartışma konusu olmaya devam etti. Nihayet 1943 yılında, yani Tesla'nın ölümünden birkaç ay sonra Amerikan Yüksek Mahkemesi verdiği kararla radyo patentinin Marconi'ye değil Tesla'ya ait olduğunu onayladı. Mahkeme bu kararı verirken ne Tesla ne de Marconi artık hayattaydı.

1937'de Nobel Fizik ödülü için aday gösterildi. Ancak ödül "kristallerdeki elektron difraksiyonu" konusundaki çalışmalarından dolayı Clinton Joseph Davisson ve George Paget Thomson'a verildi. 7 Ocak 1943'te öldüğünde yüzlerce patenti vardı. Elde ettiği başarılarla rağmen Tesla'nın bir evi bile olmadı ve 87 yaşındayken bir otel odasında yaşama veda etti. Hayatı boyunca çalışmaları, emeği ve patentini aldığı çok sayıda elektriksel aleti hep başkaları tarafından bir şekilde kullanıldı veya sahiplenildi. Tesla yaşamı boyunca hep üretti, çağının çok ilerisinde oldu, ancak bir o kadar da kandırıldı ve sömürüldü. Çok az arkadaşı vardı, kendisine en yakın olanı ise yazar Mark Twain'di.

Ölümünden sonra tüm notlarına ve çalışmalarına incelenmek üzere güvenlik birimlerince el konulduğu iddia edilir. Tesla'nın tüm çalışmaları bir yana, aldığı patentleri bile birkaç sayfada özetlemek mümkün değildir. Ölümünden sonra, Lord Kelvin onun için şunları söylemişti: "Hiç kimse elektrik bilimine onun kadar katkıda bulunmadı."

1956'da Tesla'yı onurlandırmak için SI birim sisteminde (Uluslararası Birim Sistemi) manyetik indüksiyon birimi Tesla olarak kabul edildi. Ülkesi Sırbistan geç de olsa ona sahip çıktı. Belgrat'ta adına bir müze açıldı ve uluslararası hava alanına da adı verildi. 1976'dan bu yana bir dönem başkanlığını yaptığı Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (IEEE) tarafından Tesla ödülü veriliyor. Ay'daki bir kratere ve asteroitlere Tesla adı verildi. Sırbistan'daki çok sayıda paraya resmi basılan Tesla'nın adı ülkedeki en büyük elektrik santraline de verildi. 1983'te Amerika'da Tesla adına hatıra pulları basıldı. Doğumunun 150. yılı olması nedeniyle 2006 yılı, Hırvatistan ve Sırbistan'da Tesla Yılı ilan edildi. Gündelik yaşamı kolaylaştıran hemen her alanda Tesla'nın izleri var ve tüm insanlık ona çok şey borçludur.

Marconi

Marconi 1874 yılında İtalya'nın Bologna şehrinde doğdu. Ailesi zengindi. Marconi 24 yaşındayken endüksiyon bobininin bir ucunu anten teline, diğer ucunu da bir toprak teline bağlayarak büyük bir adım attı. Böylece ilk telsiz cihazı meydana gelmişti. Marconi, İtalyan hükümetine başvurdu. Bu buluşu sayesinde İtalya'nın çok para kazanacağını vurgulayarak yardım istedi, fakat İtalyan hükümeti Marconi'nin sözlerine aldırış etmedi. O da bulduğu makineyi alarak İngiltere'ye gitti. İngilizler buluşa önem verdiler. Yaptığı deneylerin başarılı olması, dünya basınını harekete geçirdi. İtalyan hükümeti ondan özür dileyerek çalışmalarına İtalya'da devam etmesini rica etti.

Bu yeniliğin ne kadar yararlı olduğu kısa sürede kanıtlandı: 1899 yılının Mart ayında büyük bir gemi East Goodwin fenerine çarptı. Hemen telsizle yollanan haber üzerine kaza yerine gelen cankurtaran sandalları, tayfaların ve yolcuların hayatlarının kurtarılmasını sağladılar. Yine 1899 yılında Manş Denizi Kanalı'nda ilk defa telsiz kabloları döşendi. Böylece yazın, donanma manevralarına katılan gemiler arasında, 74 millik bir uzaklıktan haberleşme sağlanabildi. Daha yüksek antenler ve daha uzun dalgalar kullana Marconi, iletim uzaklığını gittikçe artırıyordu. Kanalda elde ettiği zaferden sonra şimdi bütün cesaretiyle Atlantik'i fethetmeye kalkışmıştı. Böylece 1900 yılının Ekim ayında Cornwall'da ilk deniz aşırı telsiz istasyonunu kurmayı başladı. Yetmiş metre uzunlukta anten direkleri dikti. Ama bu direkler bir fırtınada devrildiler. Bunun üzerine Marconi onar metre daha kısa direkler dikmek zorunda kaldı. İngiltere yakasındaki istasyonun kurulması tamamlanınca kaşif alelacele, Newfoundland'a gitti. Orada da alıcı istasyonu kuracaktı. Burada da pek çok güçlüklerle karşılaşan Marconi yine de yılmayarak bu güçlüklerin de üstesinden geldi. Kocaman uçurtmalar kullanarak 140 metre yükselttiği antenini dikerek alıcı istasyonunu kurmayı

başardı. 12 Aralık 1901'de verilen mesaj, Newfoundland'dan alındı. Marconi, daha ilk denemesinde Atlantik üzerine köprüsünü kurmayı başarmıştı. İşte o günden sonra telsiz telgraf bir deney olmaktan çıkarak yerine oturmuş pratik bir hizmet niteliğiyle insanlığın yararına sunuldu.

Çalışmalarına devam eden Marconi, 1910 yılında İrlanda'daki istasyonunda Buenos Aires'den altı bin mil uzaklıktan gelen bir mesajı rahatça aldı. İki yıl sonra devamlı dalga meydana getiren "spark" sistemini icat etti. Bu buluşundan sonra 1918 yılında Avustralya'ya mesaj yollamayı başaracaktı.

1914 yılında savaşın patlamasıyla Marconi'nin ilgisi telsizi askeri alanda değerlendirmeye yöneldi. 1916 yılında telsiz dalgalarını belirli bir yere kanalize etmek için " ultra kısa" dalgalarla deneyler yapmaya başladı. Savaşla birlikte Marconi için başka uğraşlar da ortaya çıkmıştı.

Marconi hem İtalya'da hem de İngiltere'de çalışmalarına devam etti. İngiltere'de "Marconi Telsiz Telgraf Şirketi" kuruldu. 1898 yılında Manş Denizi'nin öbür yakasına telsiz haberi göndermeye ve 1900 yılında da yüksen anten direkleri kurarak, okyanuslar arası haberleşmeyi kurdu.1901 yılında Kanada ile İngiltere arasındaki görüşme, bütün dünyayı ayaklandırmıştı. Artık aradaki dağlar, denizler kalkarak, kıtalar kapı komşusu olmuştu. Marconi bir gün dostlarıyla birlikteyken masanın ortasına mıknatıslı detektörü koydu. Her birine birer kulaklık verdi. Bir tel parçasının bir ucunu aletin anten ucuna bağladı, öbür ucunu da başlarının üzerinden geçirerek masanın etrafında dönmeye başladı. Tel, verici istasyonunun yöne gelince yüksek sesle işaretler duyulmaya başladı. Marconi modülasyonu bulmuştu. O sıralarda Dr.Fleming radyo lambasını bulmuş, bu buluş alıcı telsiz cihazlarında büyük bir değişiklik meydana getirmişti. Nihayet Marconi 1919 yılında radyoyu buldu.

Bilimin bugünkü düzeyinden uzak olduğu ve başka dünyalarda da yaşamın var olduğunun düşünülmediği günlerde 22–23 Ağustos 1924 gecesini, o zamanın en hızlı yatı olan Elektra gemisi Adriyatik Denizi'nde dolaşıyordu. Yatın aynı zamanda laboratuvar ve kütüphane olan bir salonunda Marconi, kulaklarında dinleyici, bir eli ayar kondansatörünün manetinde, bütün yüz çizgileri heyecandan gerilmiş, uyumadan dinliyordu. Marconi 3 gün önce Elektra yatının direğine garip bir anten yerleştirmiş, bunun üstün duyarlılıkta amplikatöre ve onu da bir dinleyici cihaza bağlamıştı. 02.30'da bağırarak yardımcılarını uyandırmaya koştı: " Dinleyin,dinleyin.." diyordu. Masa üzerine bıraktığı kulaklıktan tiz sesler çıkmaktaydı. " Onlar. Onlar.. İşaretler Dünya'mızdan gelmiyor. Uzay sakinleri konuşuyorlar. Sesleri dinleyin ben ilk çağrıyı 1901 de yolladım, bütün işaretleri tanırım, böyle işaret hiç duymadım."

1937 yılında İtalya'da Mussolini'nin liderliğinde hükümet kuruldu. Silahlanma hırsına kapılan Mussolini, devrin en büyük bilgini Marconi'nin bazı evren sırlarına sahip olduğunu

bildiğinden, ondan ısrarla dünyaya meydan okuyacağı güçte buluşlar yapmasını istedi. Marconi bazı tasarımları olduğunu, bunun ise uzun zaman ve deneylerle mümkün olacağını söylüyordu. Aylar sonra, bir manyetik alan dondurucu cihazı meydana getirdi. Yardımcıları cihaza “ölüm ışını” adını vermişlerdi. Alelacele, askeri bir tatbikatta deney yapılmasını istedi. Deney günü Marconi ve yardımcıları, bulundukları yerden, üzerlerine doğru hareket halinde bulunan 10’a yakın tank ve arkasından gelen askerlere karşı cihazı çalıştırdılar. Aletten vızıltı sesleri arasında dağılan manyetik dalgalar, tank ve askerlerin önünde sanki görünmez bir duvar meydana getirmişti. Askerler bir adım öne gidemez olmuştu. Marconi derhal cihazı durdurmuştu.

Deney başarılıydı ama hesapta olmayan bazı esrarengiz olaylar bundan sonra başlamıştı. Ertesi günü tatbikata katılan askerler arasında “manyetik donma” denilen olay meydana gelmeye başlamış, nasıl tedavi edileceği bilinmediğinden, ölüm olayları sıklaşmıştı. Marconi manen yıkılmıştı. Büyük bir karamsarlık içinde Papa’yı ziyarete gitti. Papa Pi XI tarafından kabul edildi. 90 Yaşındaki Papa’yla uzun uzun konuştular. Bu konuşma hiçbir zaman açıklanmadı. Dönüşünde Marconi’nin ilk işi cihazı bozup onunla ilgili evrakları yok etmek oldu. Ertesi günü Marconi’nin evinde intihar ettiği öğrenildi.

Komplo Teorisi:

Marconi, Tesla gibi esrarengiz bir kişiliğe sahipti. Kendine ait özel yatında (Electra) Yerçekimine karşı koyma (anti-gravite) deneyleri yaptığı biliniyor. Marconi’nin yatı adeta yüzer bir laboratuvar gibiydi. Marconi’nin takipçilerine göre, 1937 yılında yatını Güney Amerika’ya götüren Marconi, herkese öldüğü haberini yaymıştı! Güney Amerika’ya giden bilim adamları, Venezuela’nın güneyindeki ormanlarda, sönmüş bir volkanik kraterin altında büyük bir servetle ve zamanın ötesinde bir çalışmayla yeraltında bir şehir inşa edilir. Çok büyük paralarla finanse edilen bu yeraltı şehirde, Marconi’nin güneş enerjisi, kozmik enerji ve anti-gravite projeleri üzerinde çalışmalar yapıldı. Dünya milletlerinden ayrı ve gizlice çalışarak, serbest enerji motorları ve jiroskopik anti-graviteye sahip disk şeklinde bir uçak geliştiren bu topluluk kendilerini insanlığın iyiliğine ve barışa adanmıştı. Onlar tüm insanlığın, enerji şirketleri, çok uluslu bankalar ve askeri-endüstriyel kompleksin kontrolü altında olduğunu biliyorlar ve bu yüzden kendilerini geri kalan bütün insanlardan soyutluyorlardı. Genovese, yeraltındaki şehrin çok geniş mali kaynaklara dayanarak inşa edildiğini söylemekte ve dünyadaki bütün araştırma tesislerinden daha üstün olduğunu iddia etmekteydi. 1946 yılında şehir güçlü bir kozmik enerji kolektörü kullanmaktaydı. Genovese’nin diğer bir iddiası da ürettikleri “uçan daire” ile Ay’a ve Mars’a yolculuk yaptıkları şeklindedir. Ona göre, bu araçla Ay’a yolculuk birkaç saat, Mars’a ise birkaç gün sürüyordu. Genovese Mars’ın üzerinde görülen piramitlerden hiç bahsetmemişti. Muhtemelen onlar “Cydonia” bölgesinde kumlarla kaplı piramitlerin altında bir Mars üssü kurmuşlardı.

Robert Watson-Watt

İlk pratik radar sistemi İskoçyalı fizikçi Sir Robert Alexander Watson-Watt (1892- 1973) tarafından keşfedildi. Fırtınaları takip ederek uçakları kötü hava koşullarından uzak tutacak bir sistem geliştiren Watt'ın icadı, bugün denizcilikten meteorolojiye kadar bir çok alanda kullanılıyor. Uçakların havada ve yerde takibinde, hatta yumuşak bir iniş yapmaları için yönlendirmede bile radar kullanılıyor. Trafik polisi karayolunda ilerleyen araçların hız kontrolünü radarla yapıyor. NASA dünyayı ve diğer gezegenleri radarla haritalamada, ayrıca uyduları ve uzayda başıboş ilerleyen göktaşlarını takipte radardan yararlanıyor. 1935 yılında, İngiliz Hava Bakanlığı bir "ölüm ışını" mümkün olup olmadığını Radyo Araştırma İstasyonu çalıştıran Watson-Watt dan istedi. O ve meslektaşı Arnold Wilkins hızlı bir şekilde bunun mümkün olmadığı sonucuna varmıştı, ancak uçak algılama ve radyo kullanılarak İngiltere'de radar geliştirmeyi başardı.

Motor durdurma ışınları, şehir efsanesi gerçek

Motor durdurma ışınları kurgu ve efsane oluşan bir varyantı. Araba motorlarında elektriksel gürültü alan şiddeti ölçümleri ile müdahale, bir test için gerekli yirmi dakika ya da öylesine nöbetçiler çevresindeki tüm trafiği durdurmak olacaktır. Omuza monte motoru durduran silah, merkezi bir komplo "motoru katil" olarak adlandırılır edildiği BBC casusluk draması seri Spooks, 303 bölüm unsuru olmuştur. Modern araba motorları, mekanik, elektronik kontrollü. Elektronik devre dışı bırakılması motoru gerçekten durdurabilirsiniz. Bu bir uzaktan kumanda özelliğine sahiptir OnStar uygulanan ancak bu bir silah değildir olmuştur. Ayrıca motoru durduran etkisi bilinen elektromanyetik darbe (EMP).

İkinci Dünya Savaşı Nazi Almanyası

Dünya Savaşı'ndan sonraki aşamalarında, Nazi Almanyası giderek, teknolojik devrimci gizli silah, Wunderwaffen içine araştırma, umutlarını koydu. Naziler incelenen yönlendirilmiş enerji silahları arasında Heinz Schmellenmeier Richard Gans ve Fritz Houtermans kapsamında geliştirilen X-Ray ışın silahları vardı. Rheotron adında bir elektron hızlandırıcısı inşa Reichsluftfahrtministerium (RLM) sabit X-ışını sinkrotron kirişler oluşturmak için (1930'larda Siemens-Schuckert Max Steenbeck tarafından icat edilmiş, bu daha sonra Amerikalılar tarafından Betatrons deniyordu). Niyet ön-iyonize Uçak motorlarında ateşleme ve dolayısıyla uçaksavar DEW olarak hizmet ve itiraz ulaşmak uçaklar aşağı getirmek oldu. 14 Nisan 1945 tarihinde Rheotron Burggrub yılında Amerikalılar tarafından yakalandı.

Diğer bir yaklaşım, 1943 Aschaffenburg yakınlarındaki Großostheim geliştirilen Ernst Schiebolds Röntgenkanone 'oldu. Hamburg teslim parçaları Firma Richert Seifert & Co. Üçüncü Reich daha yıkıcı gücünün ses dalgaları proje için parabolik reflektörler kullanarak, ses silahlar geliştirdi. Mikrodalga Silahlar Japon ile birlikte incelenmiştir.

1.2. Birimler

Prefix	Symbol	Power of 10	Power of 2	Prefix	Symbol	Power of 10
Kilo	K	1 thousand = 10^3	$2^{10} = 1024$	Milli	m	1 thousandth = 10^{-3}
Mega	M	1 million = 10^6	2^{20}	Micro	μ	1 millionth = 10^{-6}
Giga	G	1 billion = 10^9	2^{30}	Nano	n	1 billionth = 10^{-9}
Tera	T	1 trillion = 10^{12}	2^{40}	Pico	p	1 trillionth = 10^{-12}
Peta	P	1 quadrillion = 10^{15}	2^{50}	Femto	f	1 quadrillionth = 10^{-15}
Exa	E	1 quintillion = 10^{18}	2^{60}	Atto	a	1 quintillionth = 10^{-18}
Zetta	Z	1 sextillion = 10^{21}	2^{70}	Zepto	z	1 sextillionth = 10^{-21}
Yotta	Y	1 septillion = 10^{24}	2^{80}	Yocto	y	1 septillionth = 10^{-24}

speed of light in a vacuum	c	$2.997\,924\,58 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ (by definition)
permeability of a vacuum	μ_0	$4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$ (by definition)
permittivity of a vacuum	ϵ_0	$1/\mu_0 c^2 = 8.854\,187\,817 \dots \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$
elementary charge	e	$1.602\,177\,33(49) \times 10^{-19} \text{ C}$
Planck constant	h	$6.626\,075\,5(40) \times 10^{-34} \text{ J s}$
$h/2\pi$	$\hbar$	$1.054\,572\,66(63) \times 10^{-34} \text{ J s}$
Avogadro constant	N_A	$6.022\,136\,7(36) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
unified atomic mass constant	m_u	$1.660\,540\,2(10) \times 10^{-27} \text{ kg}$
mass of electron	m_e	$9.109\,389\,7(54) \times 10^{-31} \text{ kg}$
mass of proton	m_p	$1.672\,623\,1(10) \times 10^{-27} \text{ kg}$
Bohr magneton $eh/4\pi m_e$	μ_B	$9.274\,015\,4(31) \times 10^{-24} \text{ J T}^{-1}$
molar gas constant	R	$8.314\,510(70) \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmann constant	k_B	$1.380\,658(12) \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Stefan–Boltzmann constant	σ	$5.670\,51(19) \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
gravitational constant	G	$6.672\,59(85) \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
<i>Other data</i>		
acceleration of free fall	g	$9.806\,65 \text{ m s}^{-2}$ (standard value at sea level)

UNITS OF VOLUME

1 gallon	≈	3.78 liters
	≈	231 cubic inches
	≈	0.1335 cubic ft
	≈	4 quarts
	≈	8 pints
1 fl ounce	≈	29.57 cubic centimeter (cc) or milliliters (ml)
1 in ³	≈	16.387 cc

UNITS OF AREA

1 sq meter	≈	10.76 sq ft
1 sq in	≈	645 sq millimeters (mm)
	≈	1,000,000 sq mil
1 mil	≈	0.001 inch
1 acre	≈	43,560 sq ft

UNITS OF WEIGHT

1 kilogram (kg)	≈	2.2 pounds (lbs)
1 pound	≈	0.45 Kg
	≈	16 ounce (oz)
1 oz	≈	437.5 grains
1 carat	≈	200 mg
1 stone (U.K.)	≈	6.36 kg

NOTE: These are the U.S. customary (avoirdupois) equivalents, the troy or apothecary system of equivalents, which differ markedly, was used long ago by pharmacists.

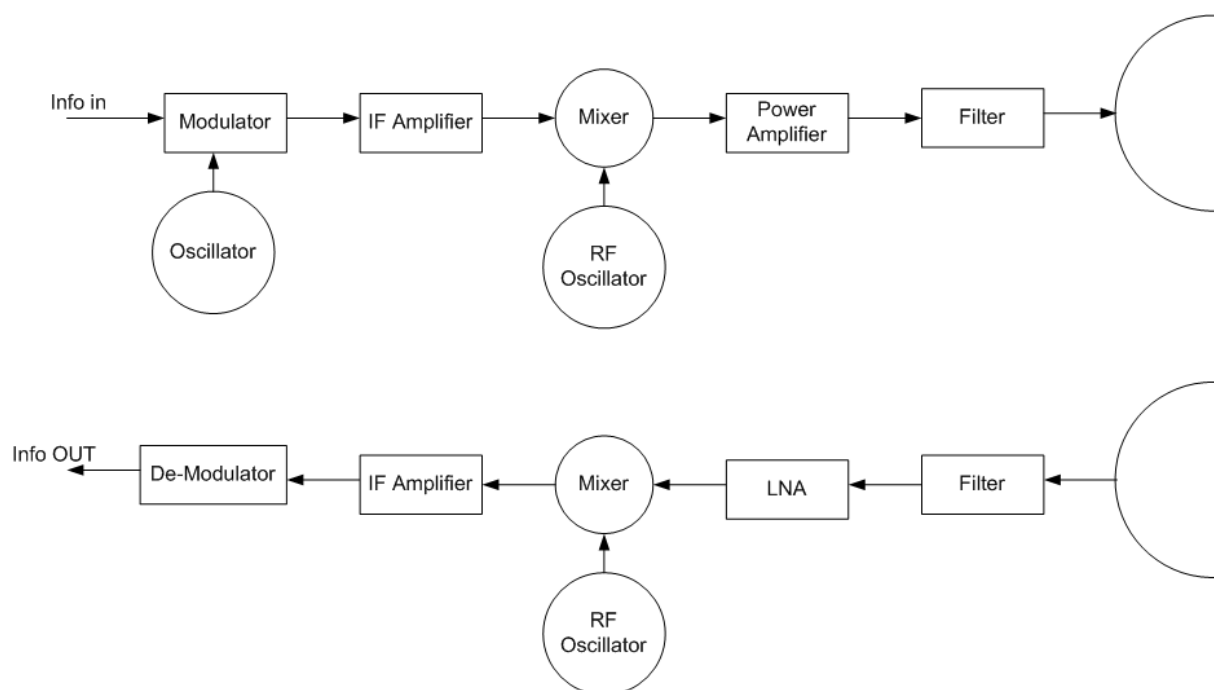
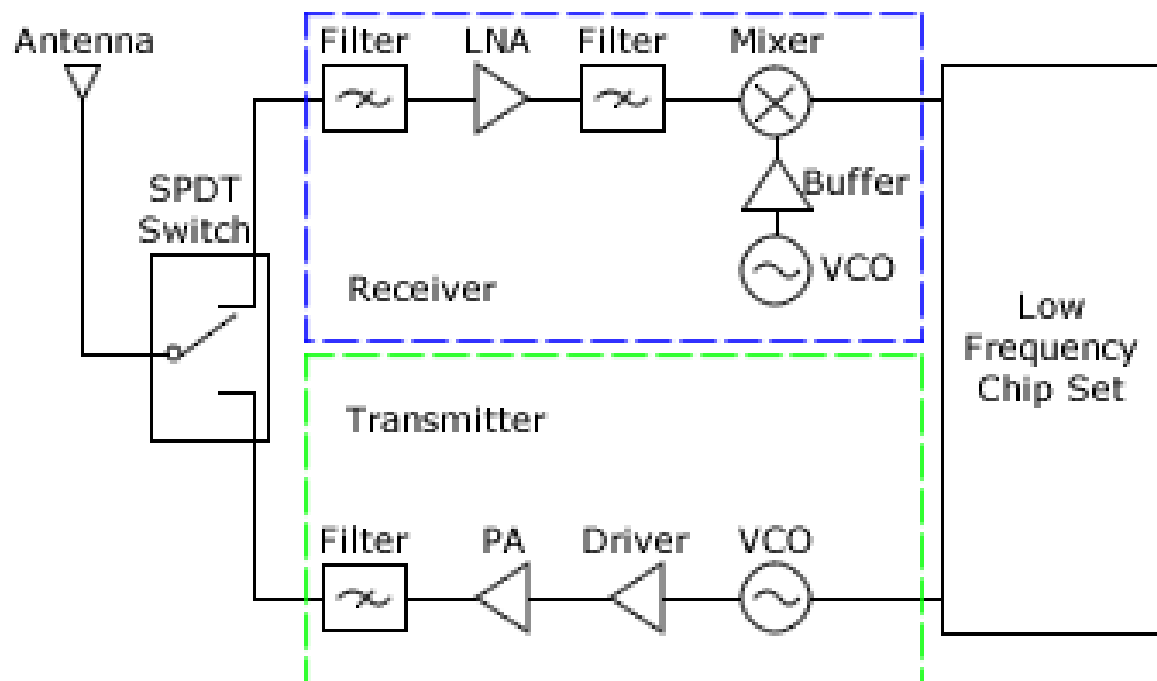
UNITS OF POWER / ENERGY

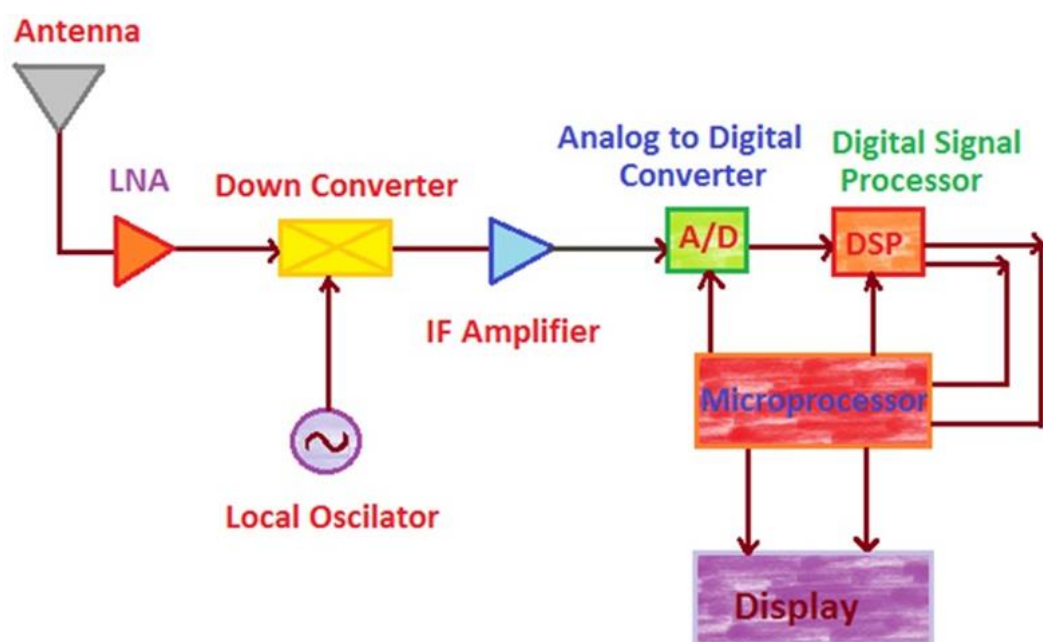
1 H.P.	≈	33,000 ft-lbs/min
	≈	550 ft-lbs/sec
	≈	746 Watts
	≈	2,545 BTU/hr
(BTU = British Thermal Unit)		
1 BTU	≈	1055 Joules
	≈	778 ft-lbs
	≈	0.293 Watt-hrs

UNITS OF LENGTH

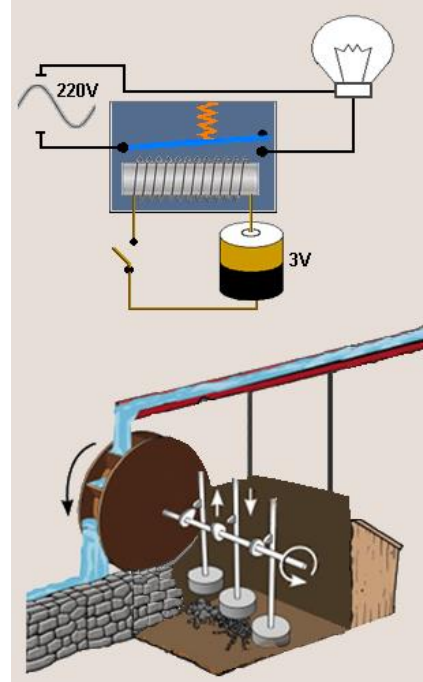
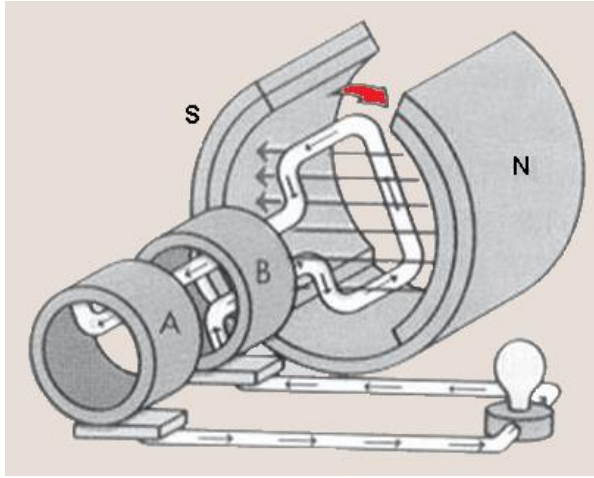
1 inch (in)	≈	2.54 centimeters (cm)
1 foot (ft)	≈	30.48 cm = 0.3048 m
1 yard (yd)	≈	0.9144 meter
1 meter (m)	≈	39.37 inches
1 kilometer (km)	≈	0.54 nautical mile
	≈	0.62 statute mile
	≈	1093.6 yards
	≈	3280.8 feet
1 statute mile	≈	0.87 nautical mile
(sm or stat. mile)	≈	1.61 kilometers
	≈	1760 yards
	≈	5280 feet
1 nautical mile	≈	1.15 statute miles
(nm or naut. mile)	≈	1.852 kilometers
	≈	2025 yards
	≈	6076 feet
1 furlong	≈	1/8 mi (220 yds)

1.3. Wireless Communication Systems

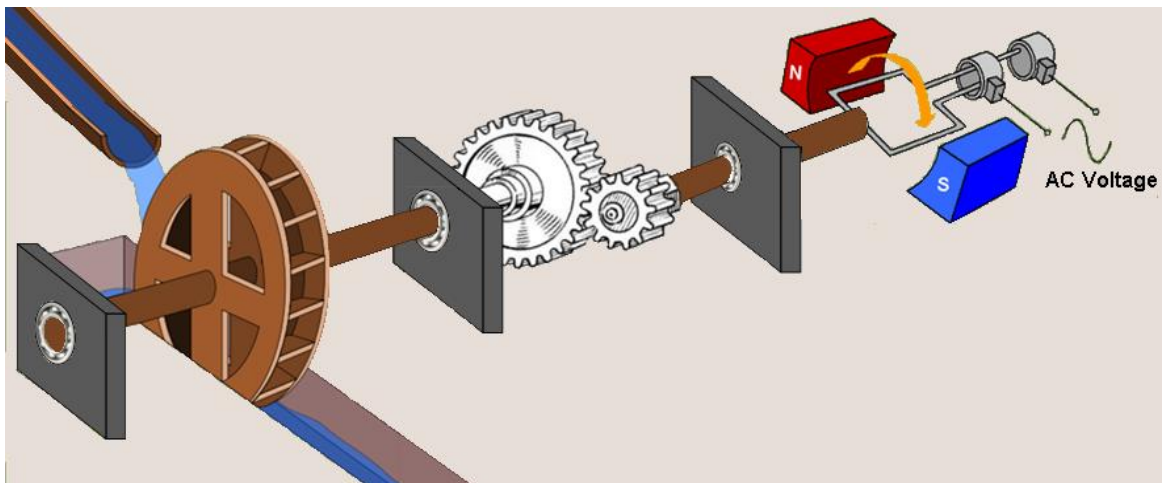




1.4. Elektrik e Enerji



İngiliz fizik bilgini Michael Faraday (1791-1867), 1831 yılında yaptığı bir deney esnasında, bakır tel türünden bir iletkeni bir mıknatıs yakınında hareket ettirmekle elektrik akımı meydana getirilebileceğini keşfetmişti. Bilim dilinde jeneratör diye tanımlanan dinamonun temel çalışma ilkesi, işte bu keşfe dayanmaktadır. Dinamo mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren makinedir. Teknoloji çağının en büyük unsuru olan elektrik akımı çoğunlukla dinamolar tarafından sağlanır.



Elektrik 19. yüzyılda laboratuardan çıkarak insanların günlük yaşamına girmeye ve günlük yaşamdaki her şeyi değiştirmeye başladı. Aydınlatmada gaz lambaları ve kandiller yerlerini elektrik enerjisiyle çalışan ampullere bırakıyordu. Kuşkusuz bu dönemde çok sayıda bilim insanı önemli keşiflere imza attılar; ancak içlerinden bazıları galaksinin parlayan yıldızları gibi binlerce keşif ve icatta bulundular. Bunlar Thomas Edison, Tesla, Guglielmo Marconi, Alexander Graham Bell gibi bilim insanları ve mucitlerdi. Bu yıllarda buluşların tümü New York şehrinde deneniyordu. Kısa sürede New York sokaklarını enerji ve telefon direkleri ve kablo hatları örümcek ağı gibi kapladı. Yürünmez bir hale gelen sokaklardaki bir telefon direği kabloları tutan 50 çapraz tahta taşıyordu.

Enerji:

Watt (W) veya kiloWatts (kW) cinsinden ölçülen güç, iş yapma yeteneği ya da potansiyelidir. Bir başka ifadeyle, birim zamanda yapılan iştir. Birimleri kgm/s, KW veya HP'dir.

- 75 kgm/s = 1 HP'dir,
- 100 kgm/s = 1 KW'tır.

Enerji, "iş yapabilme yeteneğidir". İş yapıldığında, enerji bir formdan diğerine dönüşür. İş bir nesneye kuvvet uygulandığında ve bu nesne taşındığında ne yapılır sorusunun yanıtıdır. Enerji birimi joule (J)'dür. Enerji, farklı formlarda ve amaçlarla kullanılır. Enerji, güçtür. Enerji, paradır. Enerji iştir. Birimi kgm'dir. Enerji, iş yapmak için kullanılan ve kilovat saat (kWh) veya megawatt saat (MWh) olarak ölçülür. Kuvvet, enerji gerektiren bir itme veya çekmedir.

Güçten tekrar işe yani, enerjiye geçerse;

- 1 kWh = 860 Kcal'dir veya 3415 Btu'dur.

$$1 \text{ Kilowatt-Hour} = 1000 \text{ watts} \times 3600 \text{ seconds} = 3.6 \times 10^6 \text{ watt-second} = 3.6 \times 10^6 \text{ Joules}$$

Forms of energy: Kinetic, thermal (heat), light, chemical potential, gravitational potential, elastic potential, electrical, magnetic, nuclear and sound.

Potential Energy - The energy of position or stored energy. Objects that are resting have high potential energy. Objects that are cooler have high potential energy.

Kinetic Energy – The energy of motion. Objects that are moving have a high kinetic energy. High temperature objects also have a high kinetic energy. Potential and Kinetic Energies are inverse.

Enerjinin transfer edilebileceği üç temel yol iletim (conduction), taşınım (Convection) ve ışımadır (Radiation):

- Enerji, bir tava sıcak bir yakıcıyla doğrudan fiziksel temas halinde olduğu gibi doğrudan bir nesneden diğerine iletilebilir. Elektrik enerjisi, ısı
- Güneş, Dünya'nın yüzeyini radyan enerji ile banyo yaparak yere yakın havanın sıcaklıkta yükselmesini sağlar. Daha az yoğun hava, atmosferde konveksiyonel akımlar yaratarak yükselir.
- Elektromanyetik radyasyonla enerjinin aktarılması, uzaktan algılamanın başlıca ilgi alanıdır, çünkü Güneş ve Dünya arasındaki bölge gibi bir boşlukta gerçekleşebilecek tek enerji aktarımı biçimidir.

Electromagnetic Energy – energy that travels in the form of a wave. The Sun gives off Electromagnetic Energy.

1.5. Laws of Exponents and logarithms

Let a and b be positive numbers and let x and y be real numbers. Then,

$$b^x \cdot b^y = b^{x+y} \quad \frac{b^x}{b^y} = b^{x-y}$$

$$(b^x)^y = b^{xy} \quad (ab)^x = a^x b^x \quad \left(\frac{a}{b}\right)^x = \frac{a^x}{b^x}$$

$\log x = \log_{10} x$, Common logarithm

$\ln x = \log_e x$, Natural logarithm

$y = \log_b x$ ise $x = b^y$

$\log 2 \approx 0.3$, $\log 3 \approx 0.5$, $\log 5 \approx 0.7$, $\log 7 \approx 0.8$

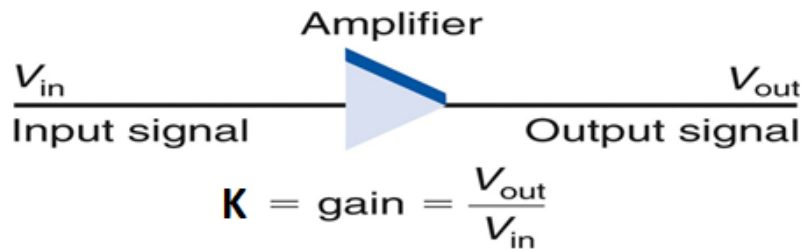
If m and n are positive numbers, then

$$\log_b mn = \log_b m + \log_b n \quad \log_b \frac{m}{n} = \log_b m - \log_b n$$

$$\log_b m^n = n \log_b m \quad \log_b 1 = 0 \quad \log_b b = 1$$

1.6. Gain, Attenuation, and Decibels

Gain means amplification. It is the ratio of a circuit's output to its input.



- If the decibel figure is positive, that denotes a gain.
- If the decibel figure is negative, that denotes an attenuation.

Decibels: Decibel Calculations

Voltage Gain or Attenuation: $\text{dB} = 20 \log V_{out} / V_{in}$

Current Gain or Attenuation: $\text{dB} = 20 \log I_{out} / I_{in}$

Power Gain or Attenuation: $\text{dB} = 10 \log P_{out} / P_{in}$

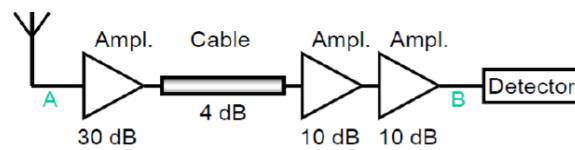
Most amplifiers are also power amplifiers, so, can be used to calculate power gain K where P_{in} is the power input and P_{out} is the power output. Power gain (K) = P_{out} / P_{in}

Example: The power output of an amplifier is 6 watts (W). The power gain is 80. What is the input power?

$$K = P_{out} / P_{in} \quad \text{therefore} \quad P_{in} = P_{out} / K$$

$$P_{in} = 6 / 80 = 0.075 \text{ W} = 75 \text{ mW}$$

Amplification and Attenuation



The total amplification of the (simplified) receiver chain (between A and B) is

$$G_{A,B} \big|_{dB} = 30 - 4 + 10 + 10 = 46$$

Example: An amplifier has an input of 3 mV and an output of 5 V. What is the gain in decibels?

$$\text{KdB} = 20 \log (5/0.003) = 20 \log 1666.67 = 20 (3.22) = 64.4$$

Example: A filter has a power input of 50 mW and an output of 2 mW. What is the gain or attenuation?

$$\text{KdB} = 10 \log (2/50) = 10 \log (0.04) = 10 (-1.398) = -13.98$$

1.7. Tx Power

Tx is short for "Transmit"

Tx power,

1. dBm – a relative power level referencing 1 milliwatt
2. dBw – a linear power level referencing Watt

$$\text{dBm} = 10 \times \log[\text{PmW}]$$

$$\text{dBw} = 10 \times \log[\text{Pw}]$$

$$\text{dBm} = \text{dBw} + 30$$

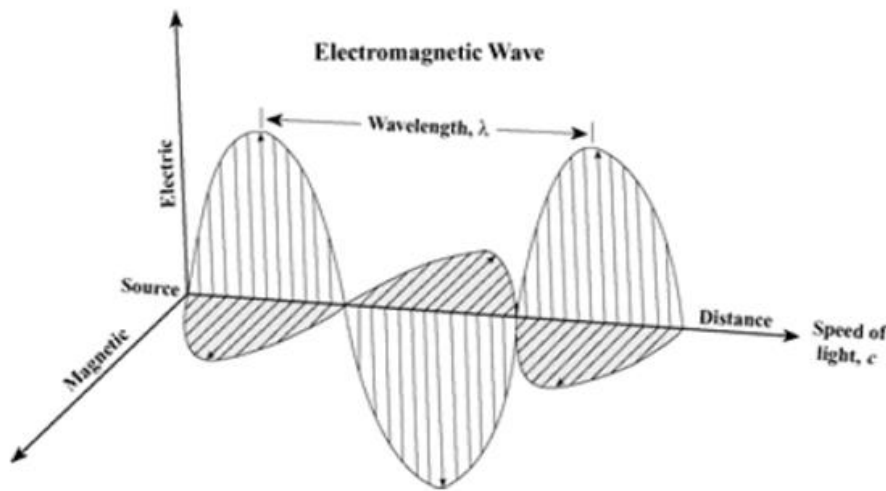
$$\text{dBw} = \text{dBm} - 30$$

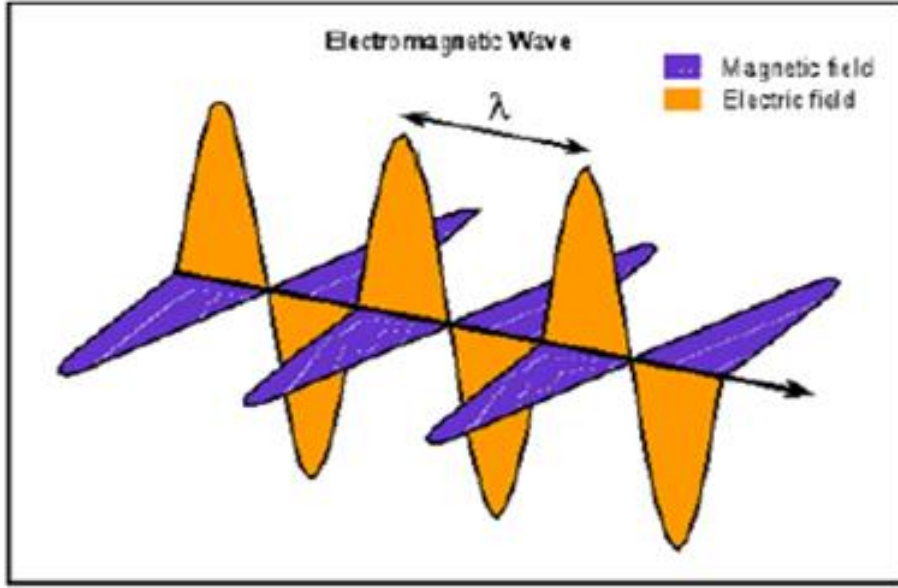
2. Elektromanyetik Işıma

Nikola Tesla (1856, 1943, New York). Sırp asıllı mucit, elektrik ve makine mühendisidir. Alternatif akım ile çalışan sistemlerin ilk mucididir. Yüksek gerilim ve yüksek frekanslı elektrik iletimi konusundaki araştırmalar, Nicola Tesla'yı Colorado Springs yakınlarındaki bir dağın üzerine dünyanın en güçlü radyo vericisini kurup çalıştırmaya yöneltti. 60 metrelik direğin etrafında, 22,5 metre çapında, hava çekirdekli transformatörü yaptı. Üreticisi, istasyondan birkaç mil uzaklıkta enerjiyi kullanırken, Nicola Tesla ilk insan yapımı şimşegi oluşturdu. Bir direğin tepesindeki 1 metre çaplı bakır küreden, 30 metre uzunluğunda, kulakları sağır eden şimşekler çaktı. TESLA yapay depremler yapabilecek, ölüm ışınından ve kimsenin geçemeyeceği manyetik bir kalkandan bahsetti (Tesla Kalkanı), hatta dünyayı bir elma gibi ikiye bölebilecek güçte silahlar yapılabileceğini söyledi.

Elektromanyetik ışıma (radyasyon), bütün evreni kuşatan bir enerjidir. Gözümüze çeşitli renkler halinde görünen ışık da elektromanyetik radyasyonun bir parçasıdır. Elektromanyetik ışıma, tüm kainatta yayılan bir enerjidir. İnsan bu enerji ortamı etkisi altında yaşamını sürdürebilmektedir.

Dalgalar, su dalgaları, ses dalgaları, ışık dalgaları gibi bir çok farklı biçimde olabilir. 1873 yılında Maxwell görünür ışığın elektromanyetik dalgardan oluştuğunu öne sürmüştür. Maxwell Kuramına göre bir elektromanyetik dalganın hem elektrik hem de manyetik bileşenleri bulunur. Bu iki bileşen aynı dalga boyu, aynı frekans ve dalayısıyla aynı yayınım hızına sahip olmasına karşın, birbirlerine dik iki düzlemde yol alırlar. Sinyalin elektromanyetik dalgalar halinde yayınlanması ve iletilmesi elektromanyetik ışıma olarak adlandırılır. Elektromanyetik dalgalar boşlukta yaklaşık 3.00×10^8 m/s hızla yol alırlar. Elektromanyetik ışımanın hızı, yani ışık hızı c sembolü ile gösterilir.





Elektromanyetik Radyasyon, dalga, parçacık veya foton olarak adlandırılan elektromanyetik yayılım yapan enerjidir. Radyasyon, daima doğada var olan ve birlikte yaşadığımız bir olgudur. Radyo ve televizyon iletişimini olanaklı kılan radyodalgaları; tıpta, endüstride kullanılan x-ışınları; güneş ışınları; günlük hayatımızda alışkın olduğumuz radyasyon çeşitleridir.

Radyasyonu temel olarak iki şekilde sınıflandırabiliriz. Bunlar “**parçacık**” ve “**dalga**” tipi radyasyonlardır. Parçacık radyasyonu; belli bir kütle ve enerjiye sahip çok hızlı hareket eden minik parçacıkları ifade eder. Bunlar hızla giden mermilere benzerler, ancak gözle görülemeyecek kadar küçüktürler. **Dalga tipi radyasyon; belli bir enerjiye sahip ancak kütsüz radyasyon çeşididir.** Bunlar, titreşim yaparak ilerleyen elektrik ve manyetik enerji dalgaları gibidir. Görünür ışık dalga tipi radyasyonun bir çeşididir. Bütün dalga tipi radyasyonlar ışık hızıyla (3×10^8 m/saniye) hareket ederler.

Gözlerimizin fark edebileceği en yüksek enerjili ışık mor renkli ışıktır. Radyasyonun enerjisi arttıkça ışık rengi mor renk ötesine gider ve morötesi olarak adlandırılır. Morötesi ışığı göremez veya hissedemeyiz, ancak ortamda mevcuttur ve eğer şiddeti büyükse ciltte bırakacağı güneş yanığına benzer yanık izleri ile varlığı hissedilir.

2.1. Atom Altı Parçacıklar

Evrende bilinen bütün maddeler (kozmetik madde, yüksek enerjili madde ve anti madde hariç), pozitif yüklü bir çekirdek ve etrafında dönen negatif yüklü elektronlardan oluşan atomlardan meydana gelmektedir. Bu nedenle, bir elementin kimyasal özelliklerini taşıyan en küçük parçasına atom denilmektedir. Atom negatif yüklü elektronlardan, pozitif yüklü protonlardan ve yüksüz nötrondan oluşur. Nötron ve protonların bulunduğu kısım çekirdek olarak adlandırılır. Elementlere ait atomların proton ve elektron sayıları birbirine eşit olduğu için atomlar nötr yapıdadır. Elektronlar çekirdekten belirli uzaklıklarda farklı katmanlarda hem kendi etraflarında hem de çekirdeğin etrafında çok hızlı hareket eder. Bu sebeple elektronlar çekirdeğe düşmezler, çekirdek tarafından çekildikleri için de dışarı fırlamazlar.

Kuantum teorisi, Max Planck adında Alman fizikçinin açığa kavuşturulamamış bazı fiziksel fenomenlere açıklık getirmesiyle başladı. O güne kadar ışığın sadece dalga olduğu düşünülüyordu. Bu düşünce tarzıyla fotoelektrik olayı gibi bazı durumlar açıklanamıyordu. Fotoelektrik olayında metal bir levhanın üzerine uzun dalga boylu ışık ışınları gönderildiğinde elektrik devresinde herhangi bir akım oluşmuyor. Üstelik gönderilen ışık miktarı artırıldığında da durum değişmiyor. Ancak kısa dalga boylu (yüksek enerjili) elektromanyetik ışıma olduğu zaman metal levhadan elektronlar kopmaya başlar ve devreden geçen akım ampulün yanmasını sağlar. Max Planck, fotonların elektromanyetik dalga olarak ışımasının yanı sıra parçacık gibi de davranabileceğini belirterek kuantum mekaniğinin temellerini attı. Daha sonra Einstein, Bohr, Schrödinger ve pek çok ünlü fizikçi Planck' in attığı temeller üzerine çalışmalar yaptılar ve ortaya kuantum fiziği çıktı.

Parçacık ve dalga tipi ışımayı da iki gruba ayırmamız mümkündür. Bunlar, **“iyonlaştırıcı”** ve **“iyonlaştırıcı olmayan”** radyasyonlardır. **İyonlaştırıcı radyasyon, çarptığı maddede yüklü parçacıklar (iyonlar) oluşturabilen radyasyon demektir.** O halde iyonlaştırıcı radyasyonlar, önlem alınmadığı takdirde tüm canlılar için zararlı olabilecek radyasyon çeşitleridir. Başlıca beş iyonlaştırıcı radyasyon çeşidi vardır. Bunlar, **Alfa ve Beta parçacıkları, X ve Gama ışınları ve Nötronlardır.** Nötronlar yüksüz parçacıklardır. Bu özelliklerinden dolayı herhangi bir madde içerisine kolaylıkla nüfuz edebilirler. Doğrudan bir iyonlaşmaya sebep olmazlar. Ancak atomlarla etkileşimleri, iyonlaşmaya neden olan alfa, beta parçacıklarının, gama veya x ışınlarının ortaya çıkmasına neden olabilir.

1905 yılında Albert Einstein'ın dalga özellikleri olan ışığın aynı zamanda daha sonra foton diye adlandırılacak olan belirli büyüklükte enerji paketlerinden oluştuğunu açıkladığı çalışmasıyla fenomen hale gelen kuantum. Kuantum dünyasında parçacıklar dalga gibi, dalgalar da parçacıklar gibi hareket eder. Madde uzayda hareket etmesine gerek kalmadan bir noktadan başka bir noktaya ulaşabilir. Bilgi ise mesafe ne kadar uzak olursa olsun anında hedefe aktarılır.

Kuantum fiziği bize madde, ışık, radyoaktivite, yerçekimi gibi doğadaki temel kuvvetlerin temelinde nelerin yattığını ve burada işlerin nasıl yürüdüğünü ifade eder. Fizikte iki temel formdur dalga ve parçacık ikilisi. Işık, dalga şeklinde hareket eder. Fakat foton denilen parçacıklardan oluşur. Maddeyi oluşturan atomun parçacıkları da (elektron, proton, nötron vb.) da ışık gibi davranıyordu. Parçacık olarak bildiğimiz elektron, proton gibi maddenin temel taşlarının aslında elektromanyetik dalga gibi davrandığını ve bir elektronun da evrenin her yerine dağılabileceği potansiyeller dalgası da vardır.

Louis de Broglie, 1924'te, enerji ve maddenin oluşumunda ve davranışında temel bir farklılığın bulunmadığını ileri sürdü; Atom ve atom altı seviyede ya parçacıklardan ya da dalgalardan yapılmış gibi davranıyor olabilirler. Bu teori, dalga-parçacık çiftinin ilkesi olarak bilinir hale geldi: hem enerji hem de maddenin temel parçacıkları, koşullara bağlı olarak, ya partiküller ya da dalgalar gibi davranır.

Ağır radyoaktif (Uranyum gibi) atomların bir nötronun yutulması ile daha küçük atomlara bölünmesi (fisyon) sonucu çok büyük bir miktarda ısı enerjisi açığa çıkar. Her bir parçalanma tepkimesi sonucunda açığa fisyon ürünleri, enerji ve 2-3 adet de nötron çıkmaktadır. Tepkime sonucu açığa çıkan nötronlar da kullanılarak parçalanma tepkimesinin sürekliliği sağlanabilir (zincirleme tepkime). Bunun haricinde hafif atom çekirdeklerinin birleşme tepkimeleri de büyük bir enerjinin açığa çıkmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle çok yüksek sıcaklığa çıkılan sistemler kullanılmaktadır. Çok yüksek sıcaklıkta yüksek enerjiye ulaşan atom çekirdeklerinin çarpışması ile füzyon (Güneş) tepkimesi sağlanabilmektedir. Fisyon ve füzyon tepkimeleri ile elde edilen enerjiye "nükleer enerji" veya "çekirdek enerjisi" adı verilmektedir.

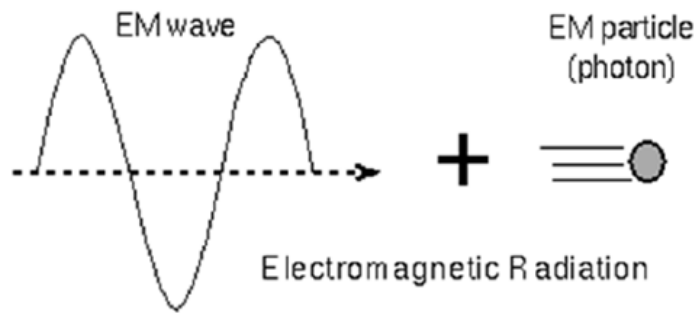
Bazı elementler güçlü çekirdek çekme kuvvetine sahiptir ve elektron kaybını reddederler, bunlara izolator (hava, cam, kauçuk, çoğu plastik) denir. Bazı malzemeler ise zayıf çekiciliğe sahiptir ve elektronların kaybolmasına izin verir, bunlara iletken (bakır, gümüş, altın, alüminyum) denir. İletkenlerde elektronlar bir atomdan diğerine geçer, iletkenin birim zamanda geçen elektrik yükü (elektron) miktarına elektirik akımı denir. 1 amperlik akımın oluşabilmesi için iletkenin herhangi bir noktasından 1 saniyede $6,25 \times 10^{18}$ elektron geçmesi gerekir.

Fotonlar:

Radyo dalgaları, gama ışınları, görünür ışık ve elektromanyetik spektrumun diğer tüm parçaları elektromanyetik radyasyondur. Elektromanyetik radyasyon, her biri ışık hızında dalga benzeri bir düzende hareket eden, foton adı verilen, kütsüz parçacıkların akışı olarak tanımlanabilir.

Foton, elektromanyetik alanın kuantumu, ışığın temel "birimi" ve tüm elektromanyetik ışımanın kalıbı olan temel parçacıktır. Foton ayrıca elektromanyetik kuvvet'in kuvvet taşıyıcısıdır. Foton hem dalga hem de parçacık özelliği gösterir. Fotonlar elektromanyetik kuvveti kendileri deneyimlemezler ve birbirleriyle etkileşime girmezler, ancak elektromanyetizmanın etkileri, taşıdıkları enerji ve momentum tarafından üretilir.

- **the wave model**
- **the particle model**



Antenna is a device that converts electrons into photons or vice versa. A transmitting antenna converts electrons into photons while a receiving antenna converts photons into electrons.

Yüksek bir yörüngede bulunan elektronlar, normal yörüngesine düştüğünde fotonlar üretilir. Yüksek enerjiden normal enerjiye düştüğünde, elektron çok özel özelliklere sahip bir foton (bir enerji parçacığı) yayar.

Tüm fotonlar ışık hızında hareket eder. Atom altı parçacıklar arasında göz önüne alındığında, fotonlar, elektrik yükü ya da dinlenme kütlesi olmayan ve bir birim spin olan bosonlardır; fotonlar elektromanyetik alanın taşıyıcıları olduğu düşünülen alan parçacıklarıdır. Modern parçacık fiziği teorisinde foton, elektromanyetik kuvvetin taşıyıcısı olarak hareket eden integral dönüşlü (spin) bir parçacık olan bir boson olarak tanımlanmaktadır.

Işık kuantumu olarak da adlandırılan foton, elektromanyetik ışımayı taşıyan minik enerji parçacıklarıdır. İlk olarak Albert Einstein'ın, ışığın yayılması sırasında ayrık enerji parçacıklarının varlığı için önerdiği fotoelektrik etkinin açıklamasında ortaya çıktı (1905). Daha önce (1900) Alman fizikçi Max Planck, ısı radyasyonunun farklı birimlerde ya da kuantlarda yayıldığını ve absorbe edildiğini açıklayarak konseptin yolunu hazırlamıştı. ABD fizikçisi Arthur H. Compton, X-ışınlarının kurgusal doğasını gösterdikten sonra (1923) genel kullanıma girdi. Bununla birlikte, foton (Yunanca phōs, phōtos, "ışık") terimi 1926 yılına kadar kullanılmamıştır.

Parçacık fiziğinde, bozonlar Bose-Einstein yoğunlaşmasına uyan parçacıklardır; Satyendra Nath Bose ve Einstein'a atfen isimlendirilmişlerdir. Bozonlara bazen kuvvet parçacıkları da denir; çünkü bozonlar elektromanyetizma ve muhtemelen kütleçekim gibi temel fiziksel kuvvetlerin etkileşimlerinden sorumludurlar. Parçacık olarak adlandırılan fotonlar tüm elektromanyetik enerjiyi taşırlar ve elektromanyetik etkileşimleri taşıyan bir ayar bozonu olarak hareket ederler. Gluonlar, kuarkları bir araya getirerek proton ve nötronları oluşturan ve protonlarla nötronları da atomun çekirdeğinde bir arada tutan güçlü nükleer kuvvetin etkileşimlerini yönetirler.

Radyo dalgaları, gama ışınları, görünür ışık ve elektromanyetik spektrumun diğer tüm parçaları elektromanyetik radyasyondur. Elektromanyetik ışıma, her biri ışık hızında dalga benzeri bir düzende hareket eden, foton adı verilen, kütsüz parçacıkların akışı olarak tanımlanabilir. **Bir fotonun enerjisi radyasyon frekansına bağlıdır**; yüksek enerjili gama ve X ışınlarından, görünür ışıktan, düşük enerjili kızılötesi ve radyo dalgalarına kadar tüm enerjilerin fotonları vardır. Bir nükleer ve kozmik EM radyasyon şekli olan gama ışınları, EM spektrumunda en yüksek frekanslara ve dolayısıyla en yüksek foton enerjilerine sahip olabilir. Örneğin, $f = 10^{21}$ Hz olan bir γ -ışını fotonunun bir enerjisi vardır.

$$E = hf = 6.626 \times 10^{-34} \text{ jsec} \times 10^{21} \text{ 1/sec}$$

$$E = 6.626 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$E = 6.626 \times 10^{-13} \text{ Watt-sec}$$

$$E = 4.14 \times 10^6 \text{ eV} = 4.14 \text{ MeV.}$$

$$(1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Joule})$$

Foton normalden daha yüksek bir yörüngede bulunan bir elektron, normal yörüngesine düştüğünde üretilir. Yüksek enerjiden normal enerjiye düştüğünde, elektron çok özel özelliklere sahip bir foton (bir enerji parçacığı) yayar. Sodyum buharı ışığı fotonlar üretmek için sodyum atomlarına enerji verir.

Işık fotonlardan oluşur, bu yüzden fotonun kütlesi olup olmadığını sorabiliriz. Cevap o zaman kesinlikle "hayır" dır: Foton kütsüz bir parçacıktır. Teoriye göre enerjisine ve momentumuna sahiptir, ancak kütlesi yoktur ve bu kesin sınırlar dahilinde yapılan

deneylerle doğrulanır. Foton bir tür temel parçacıktır. Işık ve radyo dalgaları gibi elektromanyetik radyasyon içeren elektromanyetik alanın quantumu ve elektromanyetik kuvvet için kuvvet taşıyıcısıdır (sanal parçacıklar üzerinden statik olduğunda bile). Bir ışık dalgasındaki kuanta mekansal olarak lokalize değildir. **Bir foton kütsesizdir, elektrik yükü yoktur ve kararlı bir parçacıktır.** Bir fotonun iki olası kutuplanma durumu vardır. Kuantum alan teorisinde tercih edilen fotonun momentum temsilinde, bir foton, onun dalga boyu λ ve yayılma yönünü belirleyen dalga vektörü ile tanımlanır.

Bir foton hem dalga benzeri hem de parçacık benzeri özelliklere sahiptir, fakat kuantum değildir. Kuantum, bir nicelik (miktar) ölçüsü olarak tanımlanabilir, ancak bir foton, nicelik (miktar) ölçüsü ile ilgili değildir. Bir foton kuantum enerji olarak tanımlanabilir. Fizikte, bir foton bir elektromanyetik enerji demetidir. Tüm ışığı oluşturan temel birimdir. Foton bazen elektromanyetik enerjinin bir "kuantumu" olarak adlandırılır. Fotonların daha küçük parçacıklardan oluştuğu düşünülmemektedir.

Bir foton, elektromanyetik radyasyonun kuantumudur. **Kuantum terimi, bir miktarın en küçük temel birimi veya bir şeyin en küçük ayrık miktarıdır.** Bu nedenle, bir kuantum elektromanyetik enerjinin bir kuantumu bir foton olarak adlandırılır. Çoğul kuantum kuantadır. Yüklü parçacıklar fotonlar yayarak ya da emerek etkileşime girerler. Fotonlar elektromanyetik kuvveti kendileri deneyimlemezler ve birbirleriyle etkileşime girmezler, ancak elektromanyetizmanın etkileri, taşıdıkları enerji ve momentum tarafından üretilir.

Karşıt yönlerde hareket eden iki foton ("kafa üstü") çarpışıp farklı yönlerde hareket edebilir (fotonlar eşit enerjiye sahipse hala karşıt), Yeterli enerjileri varsa, fotonlar bir elektron-pozitron çifti üretebilir. Daha yüksek enerjilerde, diğer son hallere enerjinin korunumu ile izin verilir.

Fotonlar, maddeden geçerken "absorpsiyon" geçirdikleri için yok edilebilirler. Bir foton temel olarak bir miktar elektromanyetik enerjidir. Absorpsiyon sürecinde, bir veya daha fazla foton nükleer partiküller veya atomlar tarafından absorbe edilebilir ve temel olarak yok edilebilir.

Spin, içsel açısal momentumdur ve yarı tamsayı $\hbar$ birimlerinde (tümü açısal momentumda olduğu gibi) nicelendirilir. Fotonlar, spin 1/2 olan elektronların aksine spin-1 parçacıklarıdır. Fotonlar, elektromanyetik alanın kuvvetidir ve zamanla değişen elektrik ve manyetik alana sahip hareketli dalgalarıdır.

Fotonlar nötr yüklü, elektromanyetik ışımayı oluşturan kütsesiz parçacıklardır. Elektronlar negatif olarak yüklenir, genellikle atomların çekirdeği etrafında kaynaşan parçacıklar olarak bulunurlar.

Işık hızına ivmenin sonsuz enerji harcadığını söylerseniz, evet bu doğrudur. Devasa bir parçacığı ışık hızına çıkarmak için gereken enerji sonsuzdur, evet. Fotonlar kütesizdir, bu yüzden ne kadar enerji harcadığınıza bakmaksızın ışık hızında hareket ederler.

Alfa parçacığı:

Alfa parçacığının özellikleri: Fotoğraf filmlerine etki ederler. + yüklü oldukları için elektrik ve manyetik alanda - kutup 'a doğru saparlar. Karşılaştıkları moleküllerden elektron kopararak , iyonlaşmaya neden olurlar.

Alfa parçacığı iki proton ve iki nötrondan oluşmuş bir helyum (${}^4_2\text{He}$) çekirdeğidir ve pozitif yüklüdür. α işaretiyle sembolize edilirler. Çekirdeğin, alfa çıkarak parçalanması olayı atom numarası büyük izotoplarda görülür ve genellikle doğal radyoaktif atomlarda rastlanır. Alfa parçacıklarını çok küçük kalınlıklardaki maddelerle (örneğin ince bir kağıt tabaka ile) durdurmak mümkündür. Bunun sebebi, diğer radyasyon çeşitlerine göre sahip oldukları nispeten büyük elektrik yükleridir. Sahip oldukları bu elektrik yükü, alfa parçacıklarının herhangi bir madde içerisinden geçerken yolları üzerinde yoğun bir iyonlaşma meydana getirmelerine ve bu yüzden de enerjilerini çabucak kaybetmelerine yol açar. Enerjilerini bu şekilde çabucak kaybeden alfa parçacıklarının erişme uzaklıkları da dolayısıyla çok kısadır. Bu yüzden de normal olarak dış radyasyon tehlikesi yaratmazlar. Ancak, mide, solunum ve yaralar vasıtasıyla vücuda girdiklerinde tehlikeli olabilirler.

Beta Parçacıkları

Çekirdekteki enerji fazlalığı çekirdek civarında, $E = mc^2$ eşitliğiyle açıklanabilen, bir kütle oluşturur. Bu kütle çekirdekteki fazla yükü alır ve dışarıya bir beta ışını olarak çıkar. Bunlar pozitif veya negatif yüklü elektronlardır. Pozitif yüklü elektronlar " β^+ " ile, negatif yüklü iyonlar ise " β^- " işaretiyle sembolize edilirler. Çekirdekteki enerji fazlalığı proton fazlalığından meydana geliyorsa β^+ , nötron fazlalığından meydana geliyorsa β^- çıkar.

Beta parçacıkları da alfa parçacıkları gibi belli bir yük ve kütleyle sahip olduklarından madde içerisinden geçerken yolları üzerinde iyonlaşmaya sebep olurlar. Ancak bu iyonlaşma, alfa parçacıklarının oluşturduğu iyonlaşmadan daha azdır. Çünkü bu parçacıklar alfa parçacıklarına göre daha hafif ve yüz kere daha giricidirler. Yine de bunlardan korunmak için ince alüminyum levhadan yapılmış bir zırh malzemesi yeterlidir.

Gama Işınları

Gama ışınlarının kaynağı atomun çekirdeğidir. Bu ışınlar atom çekirdeğinin enerji seviyelerindeki farklılıklardan meydana gelir. Çekirdek bir alfa veya bir beta parçacığı çıkarttıktan sonra genellikle kararlı bir durumda olmaz. Fazla kalan çekirdek enerjisi bir elektromanyetik radyasyon halinde yayınlanır. Gama ışınları, beta ışınlarından daha yüksek enerjili ve dolayısıyla daha girici (nüfuz edici) ışınlardır. γ sembolize edilirler.

Gama ve x ışınlarının, alfa ve beta parçacıklarına göre madde içine nüfuz etme kabiliyetleri çok daha fazla, iyonlaşmaya sebep olma etkileri ise çok daha azdır. Ancak birkaç santimetre kalınlığındaki kurşun tuğlalarla ve sadece belli bir kısmı durdurulabilir. Madde içerisinden geçerken üstel bir fonksiyon şeklinde bir şiddet azalmasına uğrarlar. Yüksüz olduklarından elektrik ve manyetik alanda sapma göstermezler.

Nötronlar:

Nötronlar yüksüz parçacıklardır. Bu özelliklerinden dolayı herhangi bir madde içerisine kolaylıkla nüfuz edebilirler. Doğrudan bir iyonlaşmaya sebep olmazlar. Ancak atomlarla etkileşimleri, iyonlaşmaya neden olan alfa, beta, gama veya x ışınlarının ortaya çıkmasına neden olabilir. Nötronlar sadece kalın beton, su veya parafin kütleleriyle durdurulabilirler.

X Işınları

Röntgen ışınları da denilen **X ışınları**, görünür ışık dalgaları ve mor ötesi ışınları gibi dalga şeklindedir. Bir atoma dışarıdan gelen veya gönderilen yüksek enerjili elektronlar o atomun ilk halkalarından elektronlar koparırlar. Atomdan kopan bu elektronun yerine daha yüksek seviyelerden (üst halkalardan) elektronlar atlayarak kopan elektronun yerindeki boşluğu doldururlar. Bu sırada ortaya çıkan enerji fazlalığı X ışını şeklinde dışarı salınır.

Çekirdek içerisinde bulunan protonlardan bir tanesi hareketi esnasında atomun ilk halkalarındaki elektronu yakalar ve nötrleşir. Yakalanan bu elektronun halkasındaki boşalan yere diğer bir halkadan bir elektron atlamasıyla X ışını meydana gelebilir.

Bunların dışında da X ışını yapay olarak, röntgen tüplerinde de elde edilir. Tüp içerisinde ısıtılmış katottan yayılan elektronlar, onbinlerce voltluk gerilimle hızlandırılarak karşıdaki hedef anota çarptırılır. Bu çarpışma sonucu elektronlar durdurulurken elektronların kaybettiği enerji X ışınları olarak yayınlanır. Bu olaya Bremsstrahlung (Frenleme ışını) olayı, çıkan X ışınlarının oluşturduğu sürekli spektruma da Bremsstrahlung adı verilir.

Nötrino, başlangıçtan itibaren, belki de kütlesiz olan olağanüstü hafif bir parçacık olarak biliniyordu, çünkü dinlenme kütlesi hiçbir zaman tespit edilemedi.

Radyoaktiflik:

Doğal radyoaktifliğin keşfi 1896'da Becquerel ile başlamıştır. Uranyum tarafından yayılan ışınların, fotoğraf plağını etkilediğini gözlemiştir. Elektriksel alanda bu ışınların pozitif, negatif ve yüksüz oldukları anlaşılmıştır. β ışınlarının katot ışınlarına özdeş ancak daha hızlı, α ışınlarının + yüklü, β ışınlarından daha yavaş ve γ ışınlarının ise elektriksel ve magnetik alanda sapmayan ışınlar olduğu belirlenmiştir. Atom numarası 83 'den büyük olan ağır elementler kararsız oldukları için daha küçük atomlara dönüşürler. Bu parçalanma sırasında, çekirdekten parçacıklar ve enerji dalgaları ortaya çıkar. Bu yolla enerji veren elementlere radyoaktif elementler adı verilir.

- Atom çekirdeğinin parçalanması sırasında, çekirdekten parçacıklar ve enerji dalgaları ortaya çıkar. Bu yolla enerji veren elementlere radyoaktif elementler adı verilir. Elektriksel alanda radyoaktif ışınların pozitif, negatif ve yüksüz oldukları anlaşılmıştır.
- *β ışınlarının katot ışınlarına özdeş ancak daha hızlı, α ışınlarının + yüklü, β ışınlarından daha yavaş ve γ ışınlarının ise elektriksel ve magnetik alanda sapmayan ışınlar olduğu belirlenmiştir.*

2.2. Maxwell's Equations

The equations postulated by the Scottish physicist James Clerk Maxwell in 1864 in his article *A Dynamic Theory of the Electromagnetic Field* are the foundations of classical electrodynamics, classical optics and electric circuits. This set of partial differential equations describes how electric and magnetic fields are generated and altered by each other and by the influence of charges or currents.

$$\text{rot } \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \quad (1)$$

$$\text{rot } \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (2)$$

$$\text{div } \vec{B} = 0 \quad (3)$$

$$\text{div } \vec{D} = \rho \quad (4)$$

where *rot* (or *curl*) is a vector operator that describes the rotation of a three-dimensional vector field,

$\vec{j}$ is the current density vector,

$\partial \vec{D} / \partial t$ is the time derivative of the electric displacement vector $\vec{D}$,

$\partial \vec{B} / \partial t$ is the time derivative of the magnetic induction vector $\vec{B}$,

$\text{div } \vec{D}$ is the so called source density and ρ is the charge density.

Denklem (1) Amper yasasıdır. Temel olarak, zaman içerisinde elektrik alanındaki herhangi bir değişikliğin manyetik alana neden olduğunu belirtir. Denklem (2), Faraday'ın zaman içinde manyetik alandaki herhangi bir değişikliğin bir elektrik alanına neden olduğunu açıklayan indüksiyon yasasıdır. Diğer iki denklem Gauss yasası ile ilgilidir. (3) herhangi bir manyetik alanın solenoid olduğunu ve (4) bir yüzey boyunca yer değiştirme akımını içeren yüke eşit olduğunu belirtir.

From Maxwell's equations and the so called **material equations**

$$\vec{D} = \varepsilon \cdot \vec{E} \quad \vec{J} = \sigma \cdot \vec{E} \quad \text{and} \quad \vec{B} = \mu \cdot \vec{H}$$

it is possible to derive a second order differential equation known as the **telegraph equation**:

$$\text{rot rot } \vec{F} + \sigma\mu \frac{\partial \vec{F}}{\partial t} + \mu\varepsilon \frac{\partial^2 \vec{F}}{\partial t^2} = 0$$

where ε is the permittivity of a dielectric medium,
 σ is the electrical conductivity of a material,
 μ is the permeability of a material and

1 Maxwell's equations

$$\text{curl } \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad \text{Faraday's law}$$

$$\text{curl } \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad \text{Ampere's law}$$

$$\text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0} \quad \text{Field diverges from electric charges}$$

$$\text{div } \vec{B} = 0 \quad \text{No magnetic monopoles}$$

$$\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ Farads/metre} \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Henrys/metre}$$

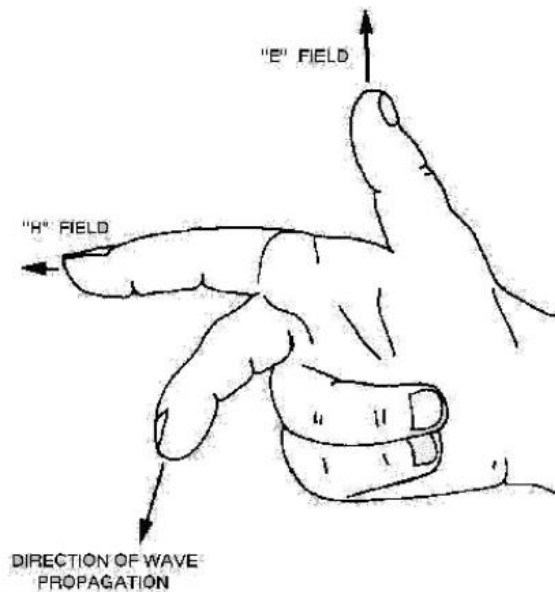
$$\varepsilon_0 \mu_0 = \frac{1}{c^2} \quad c = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s} \approx 300,000 \text{ km/s}$$

Conservation of charge

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div } \vec{J} = 0$$

Direction of Propagation:

If you know the directions of the E and H components, you can use the "right-hand rule" to determine the direction of wave propagation.

**The speed of light in a vacuum:**

When Maxwell calculated the speed of propagation of electromagnetic waves, he found:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = \frac{1}{\sqrt{(8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2)(4\pi \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{C}^2)}} \\ = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

This is the speed of light in a vacuum. Over the years, measurements have become more and more precise; now the speed of light is defined to be:

$$c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$$

The frequency of an electromagnetic wave is related to its wavelength:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Problem 1: The electric field amplitude of a uniform plane wave propagating in the $\vec{z}$ direction in the free-space is 250V/m. If $\mathbf{E} = E_x \vec{x}$ and $\omega = 1.00 \text{ Mrad/s}$, find:

- (a) The frequency;
- (b) The wavelength;
- (c) The period
- (d) The wavenumber
- (e) The impedance
- (f) The amplitude of H_y
- (g) The real instantaneous expression of H_y
- (h) Repeat (a)~(g) for the same EM wave in glass with refractive index 1.5.

Solutions:

$$(a) \quad \omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = 1.59 \times 10^5 \text{ Hz} = 159 \text{ kHz}$$

$$(b) \quad f\lambda_0 = c \Rightarrow \lambda_0 = \frac{c}{f} = 1.88 \times 10^3 \text{ m} = 1.88 \text{ km} \quad c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$(c) \quad T = \frac{1}{f} = 6.28 \times 10^{-6} \text{ s} = 6.28 \mu\text{s}$$

$$(d) \quad \beta_0 = \frac{2\pi}{\lambda_0} = \frac{\omega}{c} = 0.033 \text{ rad / m}$$

$$(e) \quad \eta_0 = \frac{E_x}{H_y} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = \sqrt{\frac{4\pi \times 10^{-7}}{8.857 \times 10^{-12}}} = 376.7 \Omega$$

$$(f) \quad \eta_0 = \frac{E_x}{H_y} \Rightarrow \hat{H}_y = \frac{\hat{E}_x}{\eta_0} = 0.664 \text{ A/m}$$

$$(g) \quad H_y = 0.664 \cos(10^6 t - 0.033z) \text{ A/m}$$

$$(h) \quad f = 159 \text{ kHz}, T = 6.28 \mu\text{s} \quad (\text{not change}) \quad v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} = \frac{c}{n} = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$f\lambda_m = v \Rightarrow \lambda_m = \frac{v}{f} = \frac{\lambda_0}{n} = 1.26 \times 10^3 \text{ m} = 1.26 \text{ km}$$

$$\beta_m = \frac{2\pi}{\lambda_m} = \frac{\omega}{v} = n\beta_0 = 0.05 \text{ rad/m}$$

$$\eta_m = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} = \sqrt{\frac{\mu_0 \mu_r}{\epsilon_0 \epsilon_r}} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0 n^2}} = \frac{\eta_0}{n} = 251.1 \Omega$$

$$\hat{H}_y = \frac{\hat{E}_x}{\eta_m} = 0.996 \text{ A/m} \quad H_y = 0.996 \cos(10^6 t - 0.05z) \text{ A/m}$$

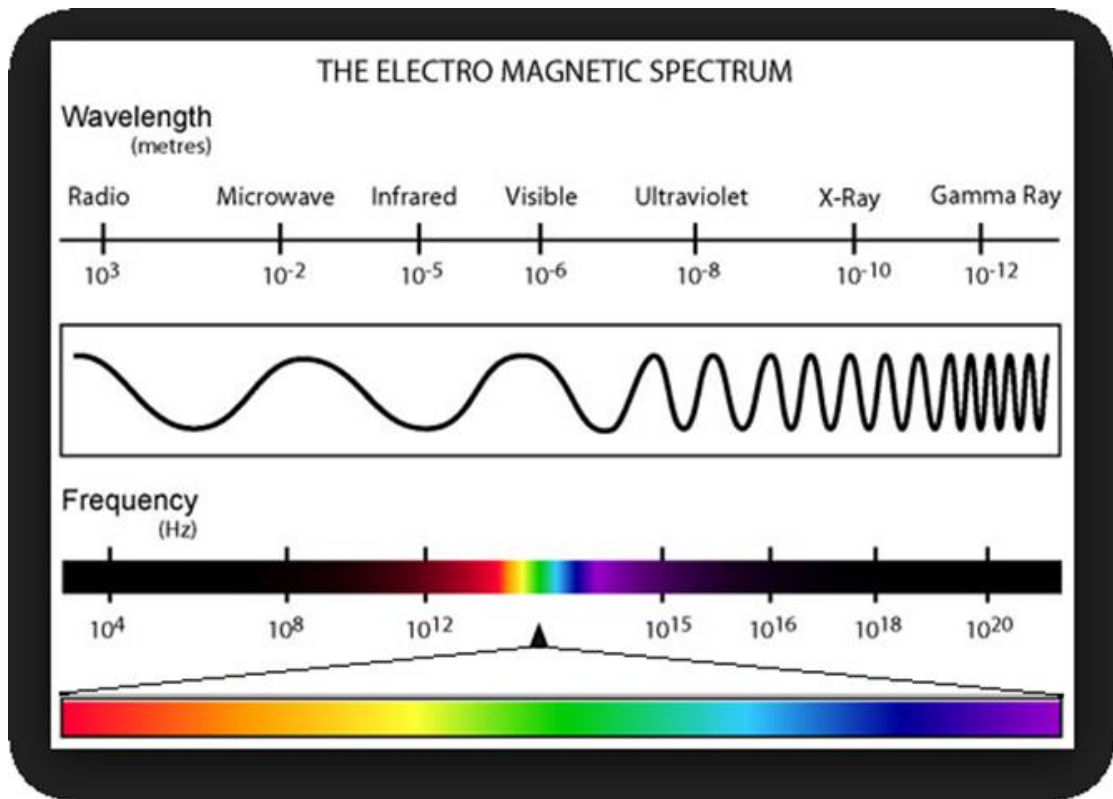
2.3. Elektromanyetik yayılım spektrumu

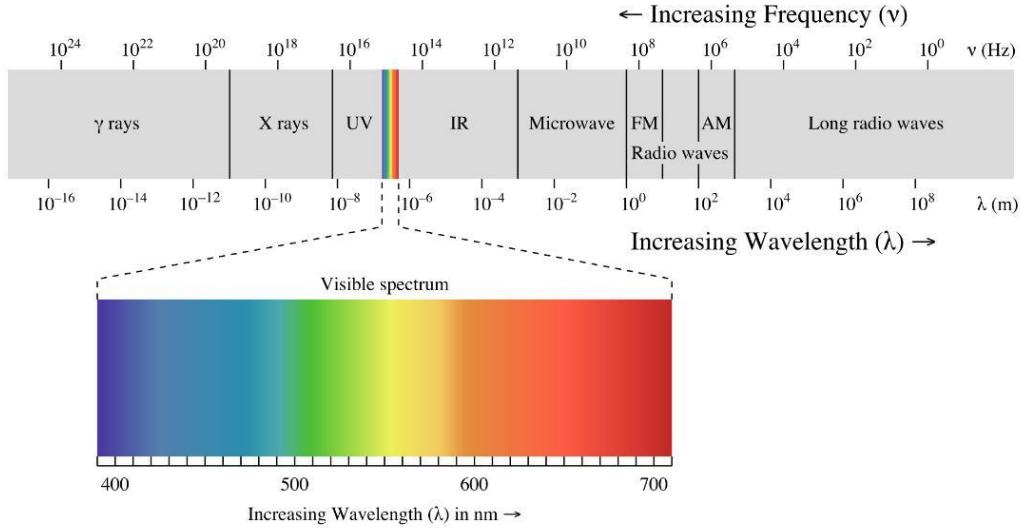
Radyo dalgaları, gama ışınları, görünür ışık ve elektromanyetik spektrumun diğer tüm parçaları elektromanyetik radyasyondur.

Elektromanyetik dalga spektrumu düşük frekanstan yüksek frekansa,

- 1) Radyo Dalgalar
- 2) Mikro Dalgalar
- 3) Kızıl ötesi
- 4) Görünen Işık
- 5) Mor Ötesi
- 6) X-Işınları
- 7) Gamma Işınları olarak sıralanır.

Elektromanyetik yayılım spektrumu; Radyo Dalgalar, Mikro Dalgalar, Kızıl ötesi, Görünen Işık, Mor Ötesi, X-Işınları, Gamma Işınları olarak düşük frekanstan yüksek frekansa göre sıralanır. Görünür ışığın (Visible) dalga boyu 10^{-6} m den küçük elektromanyetik dalgalar, iyonize dalgalar olarak adlandırılmaktadır.





İyonize radyasyon, Gamma ve X ışınları olarak sıralanır. İyonize radyasyon insan hücrelerinin değişimine neden oldukları, kanser oluşturdukları ve kromozomları değiştirdikleri için tehlikelidir. İyonize olmayan dalgalar ise Radyo dalgaları, Mikrodalga, Kızıl ötesi ışık, Görünen ışık, ve Morötesi ışık olarak sıralanır. İyonize olmayan dalgalar girdikleri dokulara enerjilerini aktararak ısıyı artırır ya da hücre zarlarının çalışma biçimini değiştirir. Ses dalgaları EM değildir. İyonize radyasyon insan hücrelerinin değişimine neden oldukları, kanser oluşturdukları ve kromozomları değiştirdikleri için tehlikelidir. İyonize olmayan elektromanyetik dalgalar ise girdikleri dokulara enerjilerini aktararak ısıyı artırır. Aşırı ısı artımı dokunun işlevini bozar. Ayrıca dokulardaki hücre zarların normal işlevini bozan ısı olmayan etkilerde gözlenmiştir. Frekans yükseldikçe taşıdığı enerji büyüdüğünden yüksek frekanslarda dokulara aktarılan enerji büyük olacağından ısınma ve işlev bozucu etkileri de büyük olur. EM dalgaların insana olduğu kadar çevreye, doğal yaşama etkisi oldukça fazladır. Hayvan popülasyonunun azalmasının ve bitkilerin sağlığının bozulmasının olası bir sebebi, mikrodalga ve radyo frekanslı radyasyon kirliliğidir.

The range of electromagnetic signals encompassing all frequencies is referred to as the electromagnetic spectrum.

- A signal is located on the frequency spectrum according to its frequency and wavelength.

Frequency is the number of cycles of a repetitive wave that occur in a given period of time.

- A cycle consists of two voltage polarity reversals, current reversals, or electromagnetic field oscillations.
- Frequency is measured in cycles per second (cps).
- The unit of frequency is the hertz (Hz).

Wavelength is the distance occupied by one cycle of a wave and is usually expressed in meters.

- Wavelength is also the distance traveled by an electromagnetic wave during the time of one cycle.

- The wavelength of a signal is represented by the Greek letter lambda (λ).

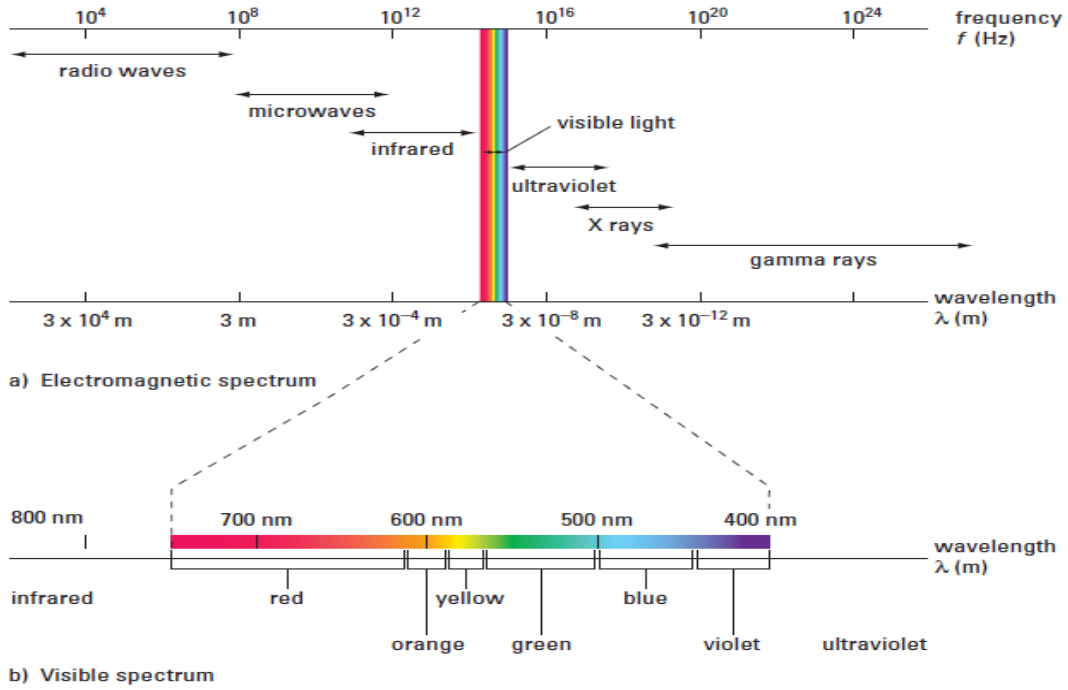
Wavelength (λ) = speed of light $\div$ frequency

Speed of light = 3×10^8 meters/second

Therefore: $\lambda = 3 \times 10^8 / f$

İyonize radyasyon, Gamma ve X ışınları olarak sıralanır. İyonize radyasyon insan hücrelerinin değişimine neden oldukları, kanser oluşturdıkları ve kromozomları değiştirdikleri için tehlikelidir.

İyonize olmayan dalgalar ise Ses dalgaları, Radyo dalgaları, Mikrodalga, Kızıl ötesi ışık, Görünen ışık, ve Morötesi ışık olarak sıralanır. İyonize olmayan dalgalar girdikleri dokulara enerjilerini aktararak ısını artırır ya da hücre zarlarının çalışma biçimini değiştirir.



The Electromagnetic Spectrum: Characteristics

Type of Electromagnetic Radiation	Method of Production	Characteristics	Problems
Radio and Radar $f = 10^4 - 10^{10}$ Hz $\lambda = 10^4 - 10^{-2}$ m relative energy: very low	oscillation of electrons in an electric circuit like an antenna	long wavelength allows a large amount of diffraction making it useful for long-distance communication, e.g., PC broadband	requires government regulations to control transmission and avoid interference
Microwaves $f = 10^9 - 10^{12}$ Hz $\lambda = 10^{-1} - 10^{-4}$ m relative energy: low	oscillation of electrons in special tubes and solid state devices	shorter wavelength reduces diffraction for short-distance communication; frequency matches the natural resonant frequency of water molecules; used in microwave ovens and cell phones	may be linked to some forms of cancer; causes damage to living tissue due to heating of water molecules within tissues
Infrared $f = 10^{11} - 4.0 \times 10^{14}$ Hz $\lambda = 10^{-3} - 7.5 \times 10^{-7}$ m relative energy: low	motion of particles, transitions of valence electrons in atoms and molecules	causes object absorbing it to become warm; used for remote sensing, night vision scopes, and identification of sources of heat	significant exposure can burn tissue
Visible $f = 4.0 \times 10^{14} - 7.5 \times 10^{14}$ Hz $\lambda = 7.5 \times 10^{-7} - 4.0 \times 10^{-7}$ m relative energy: medium	higher-energy transitions involving valence electrons in atoms	reflects off small objects, making them visible; diffracts around very small objects, making them invisible	limits the size of objects that can be seen

Ultraviolet $f = 7.5 \times 10^{14} - 10^{17}$ Hz $\lambda = 4.0 \times 10^{-7} - 10^{-9}$ m relative energy: high	even higher-energy transitions involving valence electrons in atoms	easily absorbed by objects; causes fluorescence of some materials, tanning in humans; kills bacteria	may cause sunburn; prolonged exposure can cause mutations and cancer in humans
X ray $f = 10^{17} - 10^{20}$ Hz $\lambda = 10^{-9} - 10^{-12}$ m relative energy: very high	transitions of electrons in an atom or the sudden acceleration of high-energy free electrons	penetrates most matter and is absorbed by denser material (like bone or metal); destroys carcinogenic or mutant cells; used for medical imaging in humans and in industry	can cause mutations and cancer in humans
Gamma $f = 10^{19} - 10^{24}$ Hz $\lambda = 10^{-11} - 10^{-16}$ m relative energy: extremely high	decomposition of unstable nuclei, either spontaneously or by the sudden negative accelerations from high-energy particle accelerators	penetrates matter very deeply; destroys carcinogenic or mutant cells on a local scale; used to probe the structure of matter and in industrial imaging	can cause radiation sickness and death
Cosmic $f = 10^{24}$ Hz and greater $\lambda = 10^{-16}$ m and less relative energy: extremely high	bombardment of Earth's atmosphere by extremely high-energy particles from space	penetrates matter very deeply; study of cosmic rays allows investigators to formulate ideas about the universe	can cause radiation sickness and death

Beyaz ışığın gözle görünen kırmızı ve mor arasındaki renklerine **görünür ışınlar** denir. Görünür ışınların dışında kalan ışınlara **görünemeyen ışınlar** denir.

Işık enerjisinin gözle görünemeyen türlerinin, görünen ışıktan farklı etkileri ve kullanım alanları vardır.

Görünen ve görünmeyen ışınların oluşturduğu ışık yelpazesine **ışık tayfı** veya **ışık spektrumu** denir. Işık tayfı, ışınların enerjilerine göre dizildiği bir banttır. Güneş, ışık tayfını oluşturan ışıkların tamamından ışık yayar fakat en fazla ışımayı görünür ışıklarla yapar.

- Enerji bandında yani ışık tayfında, görünür ışık, bu bandın % 1'inden azını oluşturur.
- Işık tayfında sırayla gamma ışınları, X ışınları, mor ötesi (ultraviyole) ışınlar, görünür ışınlar, kızıl ötesi ışınlar (infrared), mikro dalgalar ve radyo dalgaları bulunur.

Gamma Işınları	X (Röntgen) Işınları	Mor Ötesi (Ultraviyole) Işınlar	Görünür Işınlar (4000–7000 Å ⁰)	Kızıl Ötesi (infrared) Işınlar	Mikro Dalga Işınlar	Radyo Dalgaları
----------------	----------------------	---------------------------------	---	--------------------------------	---------------------	-----------------

Görünmeyen Işınların Özellikleri ve Kullanım Alanları :

Görünen ışınlar, cisimlerin ve renklerin görülmesi için kullanılır. Görünmeyen ışınların kullanım alanları, görünen ışınların kullanım alanlarından farklıdır.

▪ **Gama ışınları;** Tehlikeli ve yıkıcı ışınlardır. Saydam olmayan maddelerden bile geçebilirler. Besinlerdeki bakterileri öldürmede ve hastane malzemelerini mikropardan arındırmada kullanılır. Gama ışınlarının yıkıcı etkisinden kanser hücrelerini yok etmekte de faydalanılır. Bu tedavi yöntemine **radyo terapi** denir.

▪ **X ışınları;** Gama ışınlarına çok benzer. Bu ışınların deriden geçip kemiklerden geçememesi, tıpta röntgen ve diğer görüntüleme sistemlerinde kullanılmasını sağlar. Bu ışınların fazla miktarda alınması insanın vücudu için zararlıdır. İç organların görüntülenmesini sağlayan röntgen cihazında X (röntgen) ışınları kullanılır.

▪ **Mor Ötesi Işınlar;** Kaynağı büyük ölçüde güneştir. Güneşten gelen mor ötesi ışınların çoğu atmosferdeki ozon tabakası tarafından soğurulur. Mor ötesi ışınlar, deri hücrelerinde D vitamini sentezlenmesini sağlar. Fazlası, gözlerde katarakt oluşumuna, deri yanıklarına, cildi yaşlandırma ve cilt kanserlerine yol açabileceğinden tehlikelidir. Bu nedenle gereğinden fazla güneşlenmemeli, solaryum cihazlarının kontrolsüz kullanımından kaçınılmalı, güneş filtreleri veya güneş gözlükleri kullanılmalıdır.

Mor ötesi ışınlar veya diğer bir ismiyle ultraviyole UV tip, dalgaların boyu 100 ile 400 nm arasında

olan ışıma tiplerine verilen isimdir.

Gelelim kullanıldığı yerlere. Esas olarak tıp alanında yararlanılmaktadır. Bazı kimyasal reaksiyonların kolaylaşmasını sağlar. Canlı olan hücrelere hasar verici ve büyük oranda bakteri öldüren bir tesiri olduğundan fototerapi veya su sterilizasyonunda kullanılan bir ışın türüdür. Bu olaylar kuvarstan civa buharı lambası kullanılarak yapılır. Kuvars camın aksine lambadan yayılan mor ötesi ışınları soğurmayıp direk geçirmektedir. Bu tip ışımalarla deri rahatsızlıklarında suni helyotropi ve fotokemoterapi gibi alanlarda yararlanılır. Ancak oldukça tehlike içeren ışınlardır. Deri kanseri oluşumuna neden olduğunu bilinmektedir.

Tüm havalandırma sistemlerinde kullanılan hava, filtrasyon sistemleri ile temizlenir. Havanın içindeki kaba toz ve partiküller filtrelerle tutulur. Havanın içinde asili olarak dolaşan ve normal filtrasyon sistemleri ile tutulamayan, normal şartlarda mikroskop altında görülebilen mikroorganizmalar, insan sağlığını da tehdit eden bakteriler ve virüslerde sürekli olarak ortam havasında bulunur.

Bakteriler, virüsler, mayalar ve mantarlar iç ortamda çalışan personel üzerinde ve imalatı yapılan ürün üzerinde etkili olur. Bir çok maddi kayıplara yol açar.

Hava sistemlerinden kaynaklanan tüm bu mikrobiyolojik olumsuzlukları engellemek için UV ışınları ile UV hava sterilizasyonu yapılması gerekmektedir.

UV ışınları ayrıca ortamdaki kötü kokulara neden olan bakterileri de nötralize ettiği için daha sihatli bir hava kullanmanızı sağlayacaktır. UV hava sterilizasyonu biyolojik bir arıtmadır.

İnsanlar normalde UV dalga boylarını göremezken, kimi böcekler, kuşlar, kaplumbağalar, kertenkeleler ve pek çok balık görebiliyor. Memelilerin çoğundaki göz lensi, insanlarda olduğu gibi UV dalga boylarının görülmesini engelliyor. Ancak bazı kemirgenler, geyikler ve ren geyikleri memeli olmalarına rağmen UV dalga boylarını görebilen canlılardan.

UV kamera uygulamalara örnek olarak fıstık, badem, fındık, incir, kuru üzüm ve benzeri gıda yüzeylerindeki aflatoxin kontaminasyonu ve düşük yoğunluklu mantar belirtileri v.b küf ve kusurların tespitinde kullanılır, yine örnek olarak geri dönüşüm sektöründe termoplastik ürünlerin sınıflara ayrılmasında kullanılır.

▪ **Kızıl Ötesi (Infrared) Işınlar;** Akkor haline gelmiş bir tel veya ısınmış bir tost makinesi gibi sıcak cisimlerden yayılır ve böylece sıcak cisimlerin karanlıkta fark edilmesini sağlar. Yılan, baykuş gibi bazı hayvanlar bu ışınları görebildiklerinden gece avlarını fark edip yakalayabilir. Bu ışınlara duyarlı dürbünler ve kameralar geliştirilmiş olup gece görüntü elde edilebilmektedir. Televizyon gibi aygıtların uzaktan kumandaları kızıl ötesi ışınlarla çalışır. Kızıl ötesi ışınlara duyarlı aygıtlar depremlerden sonra enkaz altında kalan kişilerin bulunmasında da kullanılır.

IR ya da Infrared ışınlar, dalgaının boyu görünen ışığa göre daha uzun ancak tera hertz ışın ve

mikrodalga ışımdan daha kısa olan elektro manyetik ışıma şekline kızılötesi denilir. Gelelim kullanıldığı yerlere. Kızılötesi ışımd eşya kuruturken veya ısınırken yararlanılan bir türdür. Mesela sanayide boya kurutmak için IR lambalardan yararlanılır. Ayrıca bir lokantada pişen yemek IR lamba yardımıyla sıcak kalabilir. Ek olarak sıcak maddeler de IR ışıma yapar. Bu nedenle askeriyede ısıtıcı kaynak arayan füzeler yapılmıştır. Bunlar hedef yeri yayılan IR ışımların yardımıyla tespit ederler. Aynı zamanda IR ışımlar tümör ararken de kullanılabilir.

▪ **Mikro Dalgalar;** Radar ve mikro dalga fırınlarda kullanılır. Mikro dalga fırınlarda bu ışımlar yiyeceklerin ısıtılması veya pişirilmesinde kullanılır.

▪ **Radyo Dalgaları;** Haberleşme ve bilgilendirmede önemli bir yer tutar. Radyo istasyonlarının gönderdiği bu ışımlar, alıcı aygıtlar tarafından sese çevrilir. Radyo dalgaları görünmeyen ışımlardır.

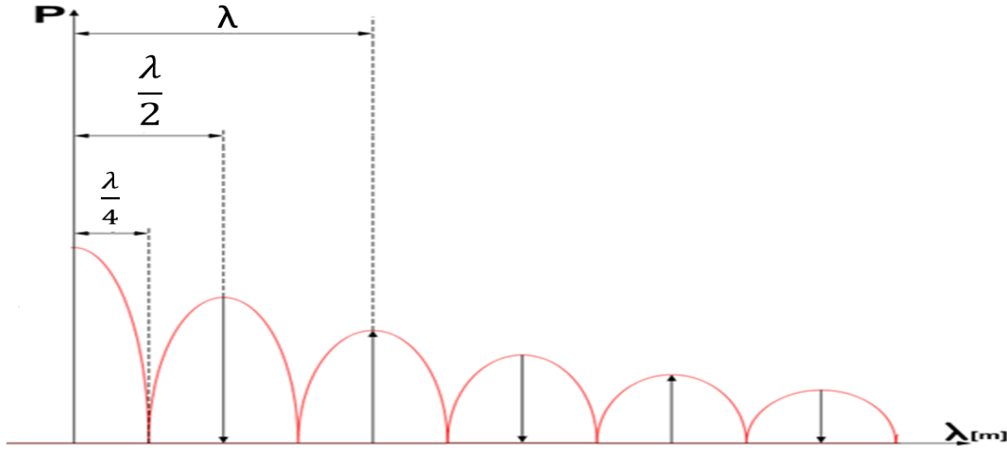
3. Electromagnetic Wave Propagation

Elektromanyetik Işıma, Elektrik ve manyetik alanların dalgalar şeklinde yayıldığı bir ortamdan veya vakumdan yayılan enerji şeklidir. Dalga, bir ortamda enerji taşıyan bir uyarıcıdır.

A wave is usually described by the following terms: Amplitude , Wavelength (λ), Frequency (f)

Period (T), Wave velocity (v)

- Elektromanyetik ışıma, elektrik ve manyetik alanların dalgalar şeklinde yayıldığı bir ortamdan veya vakumdan yayılan enerji şeklidir. Dalga, bir ortamda enerji taşıyan bir uyarıcıdır.
- Dalganın hızı, dalganın frekansı ile dalga boyunun çarpımıdır.
- The amplitude is the maximum displacement of the medium from its equilibrium position. Unit : Volt, Amper
- Electromagnetic fields are a combination of invisible electric and magnetic fields of force. Electromagnetic Power Unit : Watt
- The wavelength (λ) is the minimum distance between two points which are in phase. Unit: Meter
Dalga boyu (λ), birbirini izleyen iki tepeciğin en alt ya da en üst noktaları arasındaki uzaklıktır.
- The frequency (f) is the number of complete oscillations made in one second. Unit: Hz
Frekans (f), belirli bir noktadan birim zamanda geçen max veya min sayısıdır. Birimi 1/zaman yani 1/s olup saniyedeki çevrim sayısıdır.
- The period (T) is the time taken for one complete oscillation. It is related to frequency by $T = 1/f$, Unit : s



3.1. Elektromagnetik güç

Elektromagnetik dalga yayılım yaparken uzaklığa bağlı olarak zayıflar. P_r , alışı gücü, antenin önündeki güç yoğunluğu ile alışı antenin ışıma açıklığı, anten kazancı ve kablo kaybının çarpılmasıdır. Alıcı antenin önündeki güç yoğunluğu, verici gücü, anten kazancı ile kablo kaybının çarpılıp küresel yüzey alanına bölümüne eşittir. Alışı gücü (6) nolu denklem ile tanımlanır. (Friis denklemi)

$$P_r = P_t G_t L_t G_r L_r \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 \quad (1)$$

Burada

P_r : alışı gücü seviyesi, (Watt)

P_d : alışı güç yoğunluğu, (W/m^2)

P_t : verici çıkışı gücü, (Watt)

G_t : verici anten kazancı, (numerik),

L_t : verici tarafta hat kaybı, (numerik),

G_r : alıcı anten kazancı (numerik),

L_r : alıcı tarafta hat kaybı (numerik),

R : Alıcı verici antenler arasındaki uzaklık (metre),

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Burada

λ : dalga uzunluğu, (metre),

c =ışık hızı= 3×10^8 m/s

f =frekans, (Hz=1/s) dir.

(1) Nolu Denklem logaritmik olarak düzenlenirse, P_r , dBm cinsinden aşağıdaki biçimde yazılır.

$$P_r = P_t + G_t + G_r - L_t - L_r - FSL \quad (2)$$

FSL: terim serbest uzay yol kaybı olarak adlandırılır.

$$FSL = 32.45 + 20 \log(R_{km} \times f_{MHz})$$

Verici antenden R m uzaktaki güç yoğunluğu

$$P_d = \frac{P_t G_t L_t}{4\pi R^2} \quad W / m^2 \quad (3)$$

Serbest uzaydaki uzak alanda elektromagnetik dalganın taşıdığı güç yoğunluğu elektrik alan şiddetinden de hesaplanır.

$$P_d = \frac{E^2}{\eta_0} = \frac{E^2}{120\pi} \quad W / m^2 \quad (4)$$

(3) ve (4) nolu denklemlerden elektrik alan şiddeti güç yoğunluğu ya da verici gücü cinsinden hesaplanabilir.

$$E = \sqrt{120\pi P_d} = 19.4 \sqrt{P_d} = \frac{5.48}{R} \sqrt{P_t G_t L_t} \quad V / m. \quad (5)$$

Gözlem noktasındaki toplam güç, kürenin merkezindeki kaynaktan R yarıçaplı gözlem noktasına doğru küresel yüzey üzerinde güç yoğunluk fonksiyonu aşağıda gösterildiği biçimde elde edilir.

$$P = \frac{E^2}{\eta_0} (4\pi R^2) \quad \text{Watt} \quad (1)$$

3.2. Velocity of Electromagnetic Waves

Radiowave Velocity

Velocity of radiowaves is related to the medium parameters by the following formula:

$$V = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r\mu_r \times \epsilon_0 \times \mu_0}}.$$

In the above formula each component is defined as follows:

- V is the velocity of radiowave in m/s.
- ϵ and μ are the media permittivity and permeability in F/m and H/m respectively.
- ϵ_0 and μ_0 are the free space permittivity and permeability, respectively.
- ϵ_r and μ_r are the relative permittivity and permeability constants.

In free space, the velocity of radiowave is:

$$V = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s} = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}.$$

Example . Calculate the velocity of a radiowave propagating at 100 MHz in the following media:

1. Sea-water, $\mu_r = 1$ and $\epsilon_r = 81$
 2. Air with $\epsilon_r = \mu_r = 1$
- Specify λ and V for $f_2 = 1 \text{ GHz}$

Solution:

1. $V_1 = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}} = \frac{C}{9} = 3.33 \times 10^7 \text{ m/s}$

2. $V_2 = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\epsilon_0}} = C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Since we have assumed the medium specification to be constant with frequency, propagation velocity does not depend on the frequency, thus for both frequencies ($f_1 = 100 \text{ MHz}$ and $f_2 = 1 \text{ GHz}$) the velocity is the same.

$$\begin{aligned} f_1 = 100 \text{ MHz} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{v_1}{f_1} = 0.333 \text{ m} \quad f_2 = 1 \text{ GHz} \Rightarrow \lambda'_1 = \frac{v_1}{f_2} = 0.33 \text{ cm} \\ \lambda_2 = \frac{v_2}{f_1} = 3 \text{ m} \quad \lambda'_2 = \frac{v_2}{f_2} = 30 \text{ cm} \end{aligned}$$

3.3. Power Flux Density

Power Flux Density

Instantaneous power flux density W_i of a plane wave at any location in the space based on electromagnetic theory is:

$$W_i = |\vec{E} \times \vec{H}| = c\epsilon_0|\vec{E}|^2 = c\mu_0|\vec{H}|^2$$

E and H denote electric and magnetic fields in V/m and A/m, respectively, W_i is the maximum power flux density in W/m². Applying relevant equation yields:

$$\frac{1}{c\epsilon_0} = c\mu_0 = \eta_0 = 120\pi\Omega.$$

The mean value of W_i based on sinusoidal nature of radiowaves, denoted by W , is expressed by:

$$W = \frac{1}{2}W_i = \frac{1}{2\eta_0}|E|^2 = \frac{\eta_0}{2}|H|^2.$$

Radiation of radio power P_t by an isotropic antenna in free-space results in power flux density P_0 at a distance d:

$$P_0 = \frac{P_t}{4\pi d^2} = \frac{E_0^2}{2\eta_0}.$$

In the above formula P_t is the transmitter power in Watts, d is the distance from antenna in m, E_0 is the electric field magnitude in V/m and η_0 is the free space intrinsic impedance equal to $120\pi\Omega$. Applying G_t as TX antenna gain, the power flux density P will be:

$$P = \frac{P_t \times G_t}{4\pi d^2}$$

4. Media Effects on Electromagnetic Waves

Among various subjects, EM equations and polarization, transmission media characteristics and its phenomena, K-factor and Earth equivalent radius, and free space and basic transmission losses are included. To understand these topics, good knowledge of fields and waves theory, electromagnetic engineering, antenna theory, and statistics and applied mathematics is required. Also, to get more familiar with the basic principles of radiowaves propagation, some examples are presented.

Between radio transmitter and receiver consisting of one or more of the following main paths:

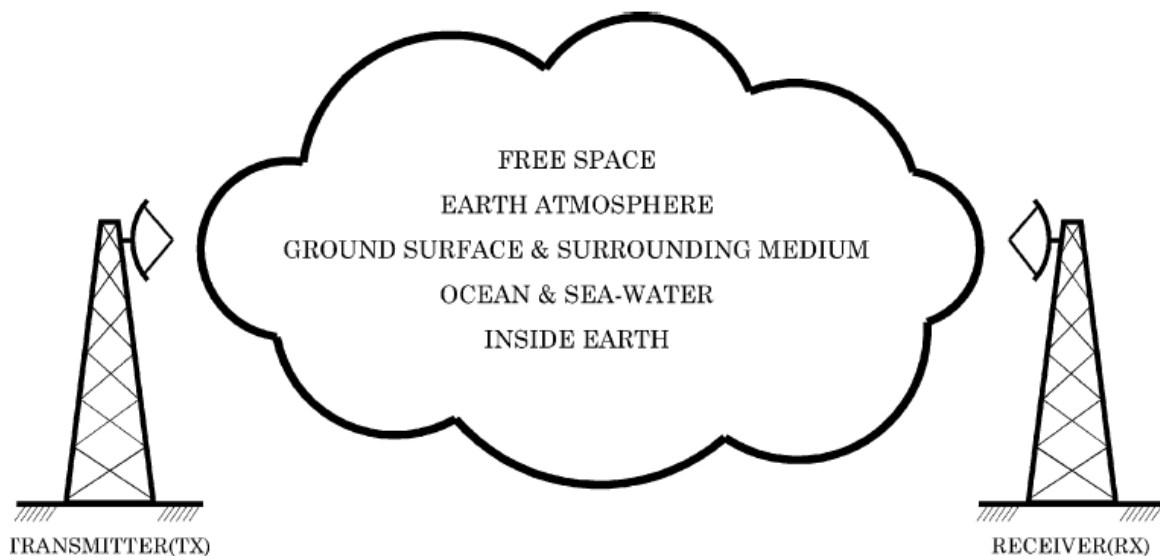
- Free space
- Earth atmosphere
- Ground surface and surrounding medium
- Ocean and sea water
- Inside Earth.

Media Characteristics

Radiowaves propagation in free space or air occurs with acceptable loss while they are attenuated rapidly in sea-water or inside lands, increasing with frequency. Every media is characterized by three parameters as mentioned below:

- Permittivity denoted by ϵ in Farad per meter (F/m)
- Permeability denoted by μ in Henry per meter (H/m)
- Conductivity denoted by σ in Siemens per meter (S/m).

$$\sigma = 0, \quad \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ (F/m)}, \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ (H/m)}.$$



Radiowaves transmission media

Conductivity of the transmission medium can be evaluated. Good conductivity is equivalent to $\frac{\sigma}{\omega\epsilon} \gg 1$ while poor conductivity is equivalent to $\frac{\sigma}{\omega\epsilon} \ll 1$.

Example 2.1. Calculate the conductivity of a piece of land specified by $\sigma = 5 \text{ mS/m}$, $\mu_r = 1$, and $\epsilon_r = 12$ for radiowaves of $f_1 = 10 \text{ KHz}$ and $f_2 = 10 \text{ GHz}$.

Solution: For $f_1 = 10 \text{ KHz}$

$$\begin{aligned}\frac{\sigma}{\omega\epsilon_r\epsilon_0} &= \frac{0.005}{2\pi \times 10^4 \times 8.85 \times 10^{-12} \times 12} \\ &= 749.3 \gg 1.\end{aligned}$$

Thus the land is of good conductivity at f_1 , and for $f_2 = 10 \text{ GHz}$. The conductivity index is:

$$\frac{\sigma}{\omega\epsilon_r\epsilon_0} = 7.5 \times 10^{-4} \ll 1.$$

Therefore the land is a good dielectric at f_2 .

1. Free space ($\sigma = 0$, $\epsilon = \epsilon_0$, $\mu = \mu_0$)
2. Lossless dielectrics ($\sigma = 0$, $\epsilon = \epsilon_r\epsilon_0$, $\mu = \mu_r\mu_0$, or $\sigma \ll \omega\epsilon$)
3. Lossy dielectrics ($\sigma \neq 0$, $\epsilon = \epsilon_r\epsilon_0$, $\mu = \mu_r\mu_0$)
4. Good conductors ($\sigma \simeq \infty$, $\epsilon = \epsilon_0$, $\mu = \mu_r\mu_0$, or $\sigma \gg \omega\epsilon$)

Media Effects on Elektromagnetic Waves

Elektromagnetic Waves are affected during propagation by some media phenomena which are summarized below:

- Reflection and multipath radio links
- Atmospheric refraction
- Curvature of radio path and K-factor
- Earth based and elevated radio ducts
- Diffraction and obstruction loss
- Free space loss
- Atmospheric attenuation due to absorptions
- Scattering of radiowaves
- Depolarization of radiowaves
- Sun spot effects
- Magnetic storms.

Propagation Parameters

Main propagation parameters related to medium are:

- Characteristic impedance, η in ohm
- Attenuation constant, α in Neper/m
- Phase constant, β in Rad/m
- Wave number, k in Rad/m
- Propagation constant, γ in m^{-1}
- Refraction index, n .

η and k normally are complex values but α and β are real quantities related to the propagation constant by $\gamma = \alpha + j\beta$. Characteristic impedance of free space is a real value:

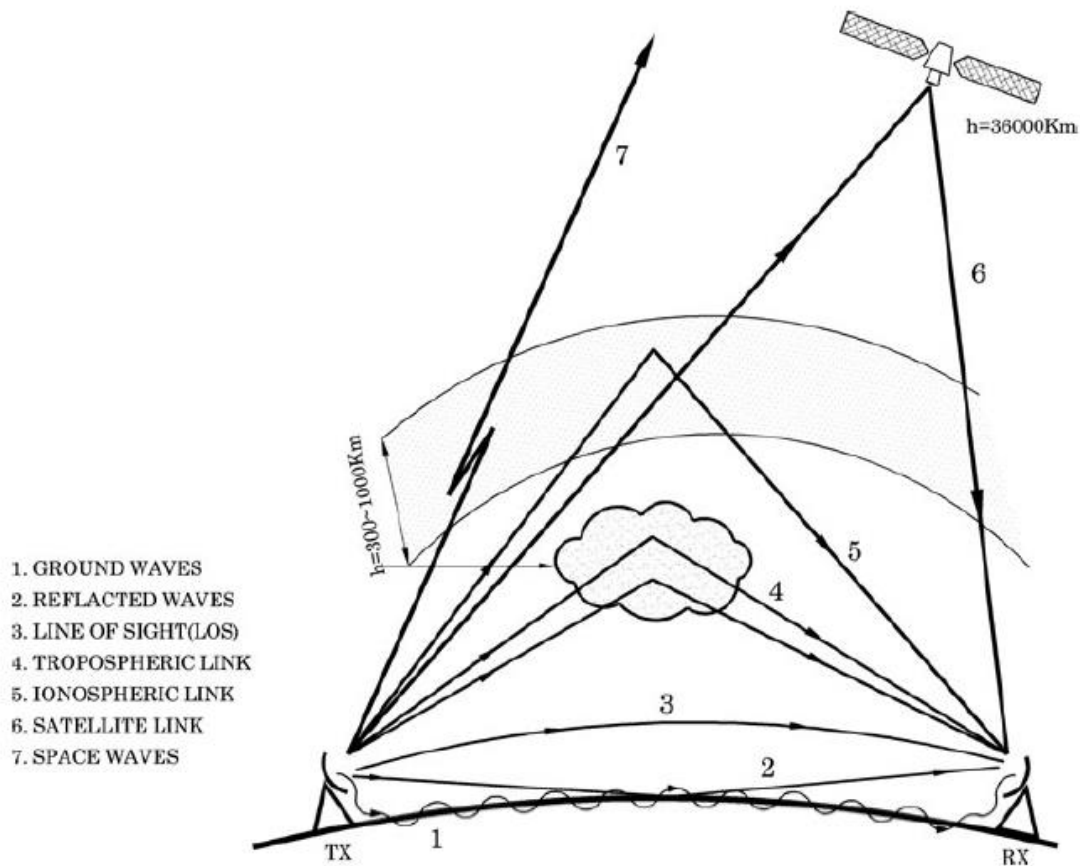
$$\eta_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 120\pi = 377 \text{ ohm.}$$

Also the wave number, k , for free space is a real value as follows: $K_0 = \omega\sqrt{\mu_0\epsilon_0} = \frac{\epsilon}{C} = \frac{2\pi}{\lambda}$

Light velocity = $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

4.1. Electromagnetic Links

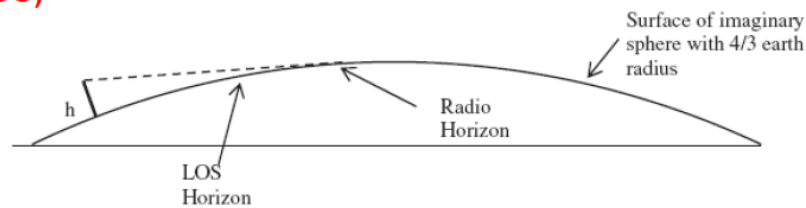
Different types of EM links may be propagating between the transmitter and the receiver units. The main types of radio links are:



- 1) Ground waves commonly used for AM broadcasting, radio-navigational aids and short-wave radio systems.
- 2) Reflective waves producing multipath links along with the main route which are common in UHF and microwave radio links including FM broadcasting in TV networks as well.
- 3) Line of sight (LOS) links used in terrestrial microwave, UHF, and radar networks.
- 4) Tropospheric links for point-to-point telecommunications by refracting/reflecting waves through the troposphere layer and using over-horizon tropo-scatters.
- 5) Ionospheric links employed for long-distance telecommunications using reflection from ionosphere D, E, and F layers in MF, HF, and public audio broadcasting networks.
- 6) Satellite links for communications between satellites and ground stations with a distance ranging from several hundred up to around 40,000 km.
- 7) Radio links for space telecommunications between ground and spacecraft stations.

4.2. Line of Sight (LOS)

Line-of-Sight (LOS)



- Optical line of sight

$$d = 3.57\sqrt{h}$$

- Effective, or radio, line-of-sight

$$d = 3.57\sqrt{Kh}$$

- d = distance between antenna and horizon (km)
 - h = antenna height (m)
 - K = adjustment factor to account for refraction, rule of thumb $K = 4/3$
- Maximum distance between two antennas for LOS propagation:

$$3.57(\sqrt{Kh_1} + \sqrt{Kh_2})$$

- h_1 = height of antenna one

- h_2 = height of antenna two

LOS Wireless Transmission Impairments

- o Free space loss
- o Attenuation and Scattering
- o Atmospheric absorption
- o Ducting
- o Multipath and Fading
- o Refraction
- o Reflection

4.3. Non-LOS Propagation

Indirect or Obstructed Propagation:

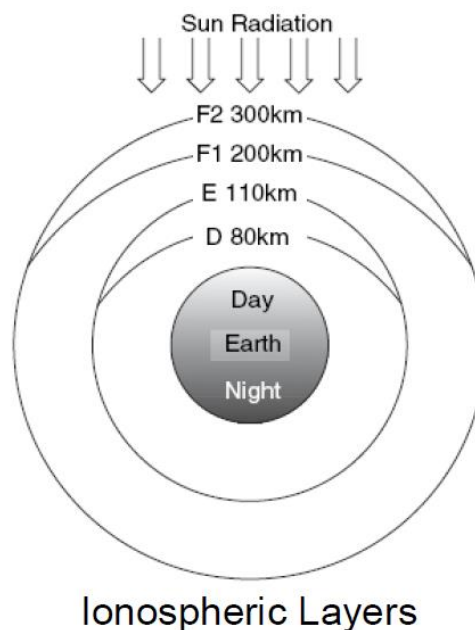
- The efficacy of indirect propagation depends upon the amount of margin in the
- communication link and the strength of the diffracted or reflected signals.
- The operating frequency has a significant impact on the viability of indirect
- propagation, with lower frequencies working the best.

Tropospheric Propagation:

- consists the reflection or refraction of the RF waves from temperature and
- moisture layers in the atmosphere.

Ionospheric Propagation:

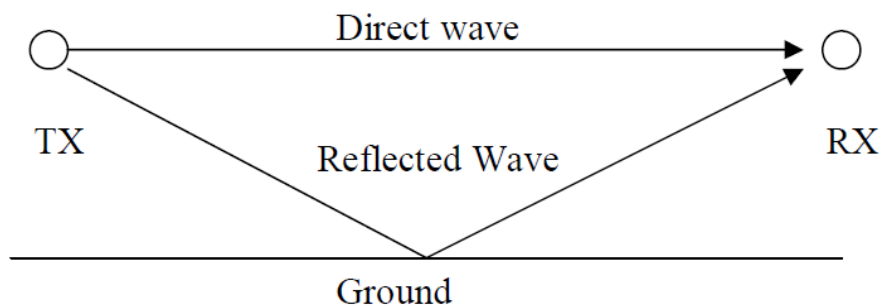
- ionosphere is an ionized plasma around the earth that is essential to sky-wave propagation and provides the basis for nearly all HF communications beyond the horizon. These are the ionospheric layers around the Earth:



Ground-wave propagation

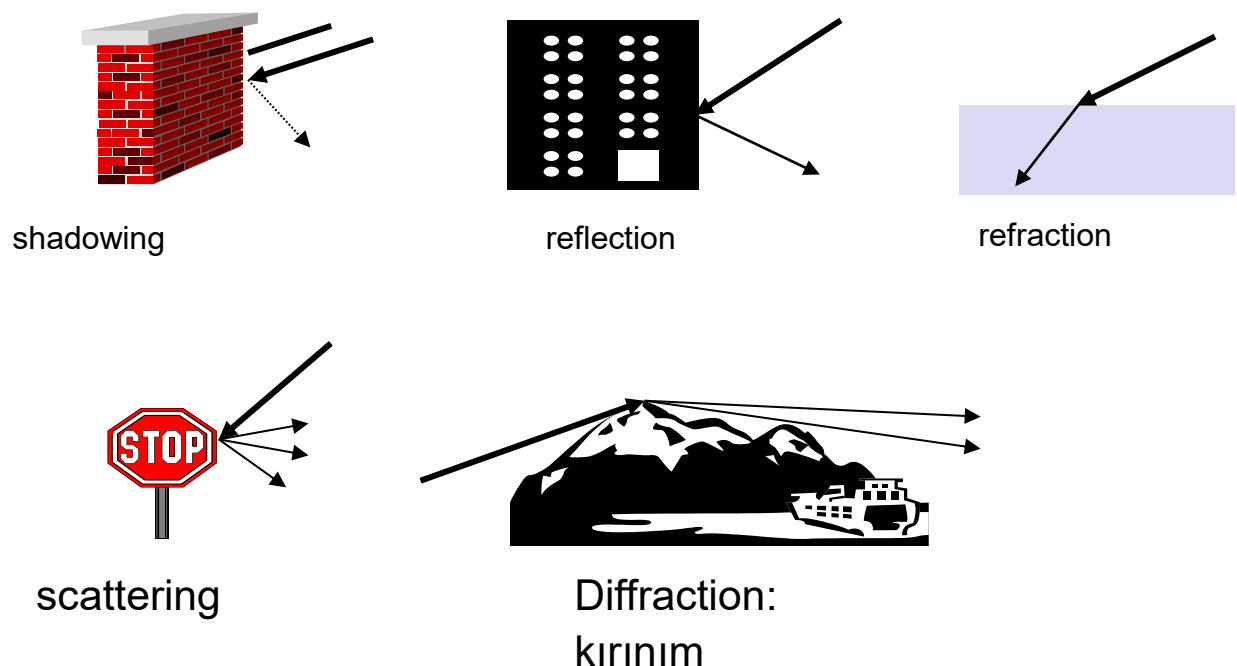
- Follows contour of the earth
- Can Propagate considerable distances
- Ground Wave = Direct Wave + Reflected Wave + Surface Wave
- At MF and in the lower HF bands, aerials tend to be close to the ground (in terms of wavelength). Hence the direct wave and reflected wave tend to cancel each other out (there is a 180 degree phase shift on reflection). This means that only the surface wave remains.
- A surface wave travels along the surface of the earth by virtue of inducing currents in the earth. The imperfectly conducting earth leads to some of its characteristics. Its range depends upon: Frequency, Polarization, Location and Ground Conductivity.
- The surface waves dies more quickly as the frequency increases:

$$Range(km) = \frac{200}{\sqrt{f(MHz)}}$$



4.4. Signal Propagation

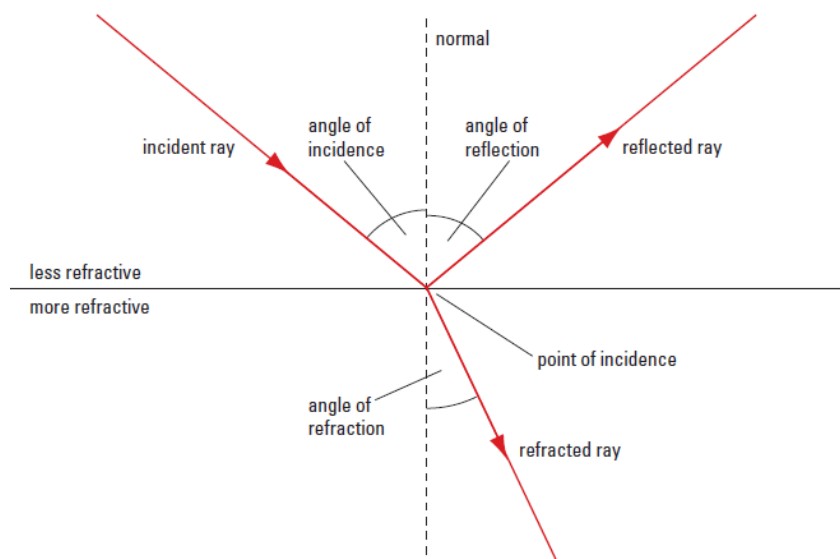
- Propagation in free space always like light (straight line)
- Receiving power proportional to $1/d^2$ (d = distance between sender and receiver)
- Receiving power additionally influenced by fading (frequency dependent), shadowing, reflection at large obstacles, refraction depending on the density of a medium, scattering at small obstacles, diffraction at edges.



Reflection

- Reflection occurs when signal encounters a surface that is large relative to the wavelength of the signal
- Radio waves may be reflected from various substances or objects they meet during travel between the transmitting and receiving sites.
- The amount of reflection depends on the reflecting material. Smooth metal surfaces of good electrical conductivity are efficient reflectors of radio waves. The surface of the Earth itself is a fairly good reflector.
- The radio wave is not reflected from a single point on the reflector but rather from an area on its surface. The size of the area required for reflection to take place depends on the wavelength of the radio wave and the angle at which the wave strikes the reflecting substance.
- When radio waves are reflected from flat surfaces, a phase shift in the alternations of the wave occurs

- The shifting in the phase relationships of reflected radio waves is one of the major reasons for fading.
- Signal reflected from ionized layer of atmosphere back down to earth
- Signal can travel a number of hops, back and forth between ionosphere and earth's surface
- Reflection effect caused by refraction



Scattering

When an electromagnetic wave is incident on a rough surface, the wave is not so much reflected as “scattered”. Scattering is the process by which small particles suspended in a medium of a different index of refraction diffuse a portion of the incident radiation in all directions. Scattering occurs when incoming signal hits an object whose size is in the order of the wavelength of the signal or less.

Refraction

Refraction is the bending of the waves as they move from one medium into another in which the velocity of propagation is different. This bending, or change of direction, is always toward the medium that has the lower velocity of propagation.

Diffraction

Diffraction is the name given to the mechanism by which waves enter into the shadow of an obstacle. Diffraction occurs at the edge of an impenetrable body that is large compared to wavelength of radio wave. A radio wave that meets an obstacle has a natural tendency to

bend around the obstacle. The bending, called diffraction, results in a change of direction of part of the wave energy from the normal line-of-sight path. This change makes it possible to receive energy around the edges of an obstacle. The ratio of the signal strengths without and with the obstacle is referred to as the diffraction loss. The diffraction loss is affected by the path geometry and the frequency of operation. The signal strength will fall by 6 dB as the receiver approaches the shadow boundary, but before it enters into the shadow region.

- Deep in the shadow of an obstacle, the diffraction loss increases with $10 \cdot \log(\text{frequency})$. So, if double the frequency, deep in the shadow of an obstacle the loss will increase by 3 dB. This establishes a general truth, namely that radio waves of longer wavelength will penetrate more deeply into the shadow of an obstacle.

Multipath

Multipath is a term used to describe the multiple paths a radio wave may follow between transmitter and receiver. Such propagation paths include the ground wave, ionospheric refraction, reradiation by the ionospheric layers, reflection from the Earth's surface or from more than one ionospheric layer, etc.

- If the two signals reach the receiver in-phase (both signals are at the same point in the wave cycle when they reach the receiver), then the signal is amplified. This is known as an “upfade.”
- If the two waves reach the receiver out-of-phase (the two signals are at opposite points in the wave cycle when they reach the receiver), they weaken the overall received signal. If the two waves are 180° apart when they reach the receiver, they can completely cancel each other out so that a radio does not receive a signal at all. A location where a signal is canceled out by multipath is called a “null” or “downfade.”
- If the reflecting surfaces that cause the multipath situation do not move, the locations of the maxima and minima will not move, hence the name ‘standing wave’.

The depth of the null in a standing wave pattern is dependent upon the magnitude of the reflection coefficient of any reflecting surface.

The Effects of Multipath Propagation: Multiple copies of a signal may arrive at different phases. If phases add destructively, the signal level relative to noise declines, making detection more difficult. Delay Spread resulting in Intersymbol interference (ISI) - one or more delayed copies of a pulse may arrive at the same time as the primary pulse for a subsequent bit.

Fading

There is a large dependence of fading on distance. The probability of a fade of a particular depth increases with the cube of distance. Thus, as the distance is doubled, the probability of a particular fade depth increases by a factor of eight. Or, alternatively, the fade for a given probability increases by 9 dB. So, doubling the distance will increase the freespace loss by 6 dB, and increase the probability of fading by 9 dB, thus increasing the overall link-budget loss by 15 dB.

There is a slight dependence of fading on frequency. Increasing the frequency by 1GHz will decrease the probability of a fade by a factor of 1.08. · There is a fairly strong dependence of fading on the height of the path above sea level. There is simply less atmosphere at higher altitudes and therefore the effect of atmospheric fading is smaller. For every 1000 meter increase in altitude the required fade margin reduces by 10 dB.

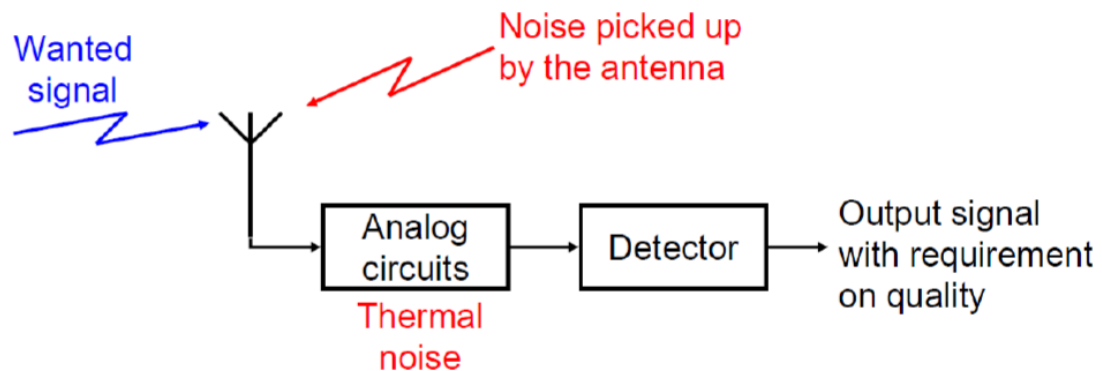
Types of Fading:

- Fast fading - occurs when the coherence time of the channel is small relative to the delay constraint of the channel. Fast fading causes rapid fluctuations in phase and amplitude of a signal if a transmitter or receiver is moving or there are changes in the radio environment (e.g. car passing by). If a transmitter or receiver is moving, the fluctuations occur within a few wave lengths. Because of its short distance fast fading is considered as small-scale fading.
- Slow fading - arises when the coherence time of the channel is large relative to the delay constraint of the channel. Slow fading occurs due to the geometry of the path profile. This leads to the situation in which the signal gradually gets weaker or stronger.
- Flat fading – occurs when the coherence bandwidth of the channel is larger than the bandwidth of the signal.
- Selective fading – occurs when the coherence bandwidth of the channel is smaller than the bandwidth of the signal.
- Rayleigh fading - assume that the magnitude of a signal that has passed through a communications channel will vary randomly.
- Ricean fading - occurs when one of the paths, typically a line of sight signal, is much stronger than the others.
- Nakagami fading - occurs for multipath scattering with relatively larger time delay spreads, with different clusters of reflected waves.
- Weibull fading - considers a signal composed of clusters of one multipath wave, each propagating in a non-homogeneous environment.

4.5. Noise

Noise Sources

The noise situation in a receiver depends on several noise sources



Categories of Noise:

- Thermal Noise
- Intermodulation noise
- Crosstalk
- Impulse Noise

Termal (Johnson) Gürültü:

- Cihaz parçalarında elektronların rasgele hareketi (termal çalkalanma) sonucu meydana gelir.
- Devrede herhangi bir akım olmadığı durumda dahi termal gürültü vardır. Sadece mutlak sıfırda (0 K veya -273°C) mevcut değildir.

Termal gürültüyü azaltmanın yolları

- 1) Dar frekans aralığı
- 2) Devre elemanlarının azaltılması
- 3) Elektronik bileşenlerin sıcaklığını düşürmek

Termal gürültü frekans aralığına bağlıyken frekansın kendisinden bağımsızdır.

Thermal Noise:

- Noise is assumed to be independent of frequency
- Thermal noise present in a bandwidth of B Hertz (in watts): or, in decibel-watts

$$N = kTB$$

$$N = 10 \log k + 10 \log T + 10 \log B$$

$$= -228.6 \text{ dBW} + 10 \log T + 10 \log B$$

4.6. Dünyanın Atmosfer Katmanları

Dünyanın katmanları Atmosfer, Stratosfer, Mezosfer, İyonosfer ve Hidrosfer olarak sıralanır. İyonosfer, elektromanyetik dalgaları yansıtabilecek miktarda iyonların ve serbest elektronların bulunduğu 50 km ile 500 km lik kısmıdır. İyonizasyon, pozitif yüklü iyonlar ve serbest elektronların nötr atomlar ve moleküllerden ayrılma, negatif yüklenme sürecidir. Güneşten veya yıldızlararası uzaydan gelen ışınlar, burada atmosfer gazlarının atom ve moleküllerini iyonlar veya elektrikle harekete getirir. Işıma ve yansıtma özelliklerine göre çeşitli tabakalara ayrılır. Karakteristik bir olay, bazı radyo dalgalarını yansıtmasıdır. Bu katmanda gazlar iyon halinde bulunur. Bu yüzden radyo dalgaları çok iyi iletilir. Sıcaklık yüksektir, ancak gazlar çok seyrek olduğu için sıradan bir termometreyle ölçülen sıcaklık düşüktür.

Güneş etrafında eliptik bir yörüngede hareket eden Dünya'nın, her yıl Ocak ayının başında Güneş'e 4 milyon 830 bin kilometre daha yakın konuma ulaşır. Gökbilimde "perihelyon (günberi) noktası" adı verilen bu yaklaşma durumu, Dünya'nın yörüngesinin hafif eliptik şeklinden kaynaklanıyor. Söz konusu eliptik biçim, Dünya üzerinde farklı iklimlerin yaşanmasını mümkün kılıyor. Dünya'nın Güneş'ten en uzak olduğu konuma ise "apheliyon (gün öte)" adı veriliyor. Apheliyon konumu her yıl temmuz ayı başında ortaya çıkıyor.

Ay, Dünya'nın tek doğal uydusudur. Güneş Sistemi içinde beşinci büyük doğal uydudur. Dünya ile Ay arasında ortalama merkezden merkeze uzaklık 384.403 km'dir

Dünyanın atmosfer katmanları:

Troposfer, Gazların en yoğun olduğu katmandır. Ekvator üzerindeki kalınlığı 16–17 km, 45° enlemlerinde 12 km, kutuplardaki kalınlığı ise 9–10 km'dir. Stratosfer, Troposferden itibaren 50 km. yüksekliğe kadar uzanır. Mezosfer, Stratosferden itibaren 80 km. yüksekliğe kadar uzanır. Küçük boyutlu gök taşları bu katmanda sürtünmenin etkisiyle buharlaşarak kaybolur. Ozonosfer ve Kemosfer olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Ozonosfer tabakasında ozon gazları bulunur. Güneşten gelen zararlı ultraviyole ışınlar, ozon gazları tarafından tutulur. Bundan dolayı canlılar için koruyucu katmandır. Kemosfer tabakasında ise zararlı ışınların tutulması az miktarda burada da görülür. Ayrıca gazların iyonlara ayrılmaya başladığı yerdir.

Termosfer, Mezosferden itibaren 400 km. yüksekliğe kadar uzanan katmandır. Bu katmanda güneş ışınları yoğun olarak hissedilir. Sıcaklığın güneşin etkisine göre 200 ile 1600°C'dir. Bu katmanda gazlar iyon halinde bulunur ve iyonlar arasında elektron alışverişi oldukça fazladır.

İyonosfer, elektromanyetik dalgaları yansıtabilecek miktarda iyonların ve serbest elektronların bulunduğu 50 km ile 500 km lik kısım. İyonizasyon, pozitif yüklü iyonlar ve serbest elektronların nötr atomlar ve moleküllerden ayrılmasıyla negatif yüklenmesi sürecidir. Güneşten veya yıldızlararası uzaydan gelen ışınlar, burada atmosfer gazlarının atom ve moleküllerini iyonlar veya elektrikle harekete geçirir. Işıma ve yansıtma özelliklerine göre

çeşitli tabakalara ayrılır. Karakteristik bir özelliği ise bazı radyo dalgalarını yansıtmasıdır. Bu katmanda gazlar iyon halinde bulunur. Bu yüzden radyo dalgalarının bir kısmını çok iyi iletir ve yansıtır. Sıcaklık yüksektir, ancak gazlar çok seyrek olduğu için sıradan bir termometreyle ölçülen sıcaklık düşüktür. İyonosferdeki serbest elektronlar yüksek frekanslı (HF) elektromanyetik dalgalarını kırar (büker) ve yeryüzüne geri yansıtır. Elektron yoğunluğunun büyümesi daha yüksek frekanslardaki elektromanyetik dalgaların bükülmesine neden olur. Gün boyunca D, E, F1 ve F2 olarak adlandırılan dört bölge oluşur. Bölgelerin yaklaşık yükseklikleri: D bölgesi 50 ile 90 km; E bölgesi 90 ile 140 km; F1 bölgesi 140 ile 210 km; F2 bölgesi 210 km üzeri.

İyonosfer katmanlarında serbest elektron yoğunluğu yaklaşık 70 km den başlar 300 km de hızlı bir artış oluşur, zirveye ulaşır, sonra atmosferde tamamen kaybolur ve 1000 km de tekrar düşer. İyonosferde serbest elektron yoğunluğu kullanılarak uzayın ve yeryüzünün izlerini tanımlamak, hem dünyanın hem de uzayın röntgenini çekmek mümkün olacaktır. Elektronik yoğunluğu değişimlerinin nedenleri ve nelerin habercisi olduğunu anlamak için moleküler bilgisayarlar ve antenler her yerde olacaklar ama görünmeyecekler.

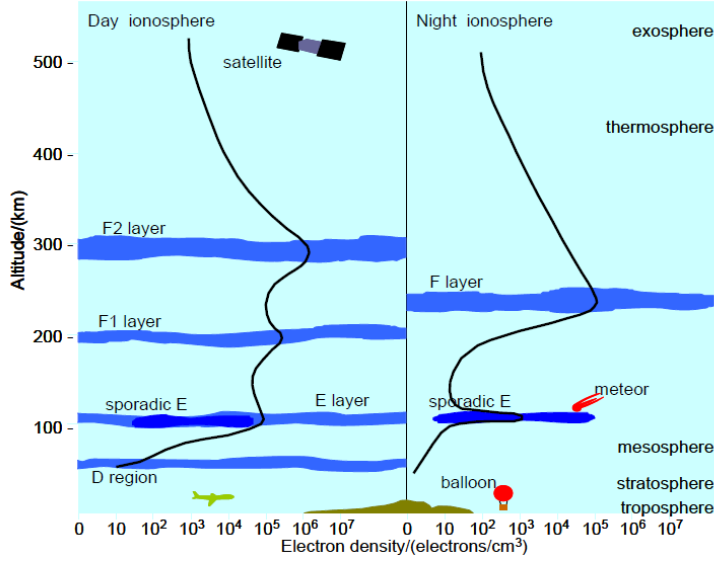
Ekzosfer, Atmosferin en üst katıdır. Az miktarda hidrojen ve helyum atomlarından oluşur. Kesin sınırı bilinmemekle birlikte üst sınırının yerden yaklaşık 10.000 km yükseklikte olduğu kabul edilmiştir. Bu katmandan sonra artık bir sınır olmadığı için boşluğa geçiş başlar.

İyonosferdeki serbest elektronlar yüksek frekanslı (HF) elektromanyetik dalgalarını kırar (büker) ve yeryüzüne geri yansıtır. Elektron yoğunluğunun büyümesi daha yüksek frekanslardaki elektromanyetik dalgaların bükülmesine neden olur. Gün boyunca D, E, F1 ve F2 olarak adlandırılan dört bölge oluşur.

Bölgelerin yaklaşık yükseklikleri:

- D bölgesi 50 ile 90 km;
- E bölgesi 90 ile 140 km;
- F1 bölgesi 140 ile 210 km;
- F2 bölgesi 210 km üzeri.

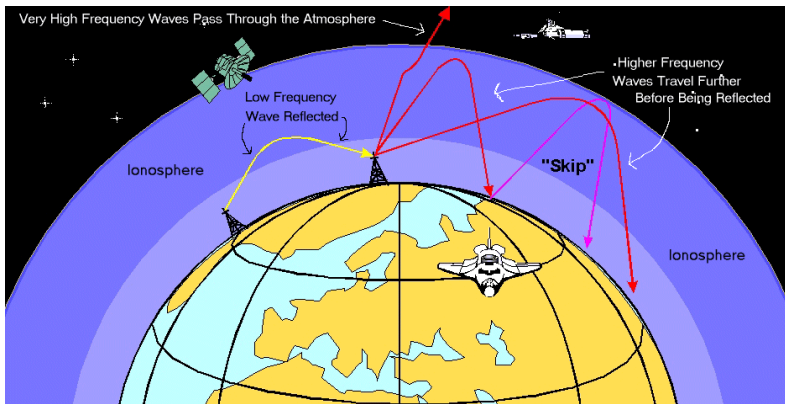
İyonosfer katmanlarında serbest elektron yoğunluğu yaklaşık 70 km den başla 300 km de hızlı bir artış oluşur ve zirveye ulaşır ve sonra atmosferde tamamen kaybolur ve 1000 km de tekrar düşer.



Kaynak: [14]

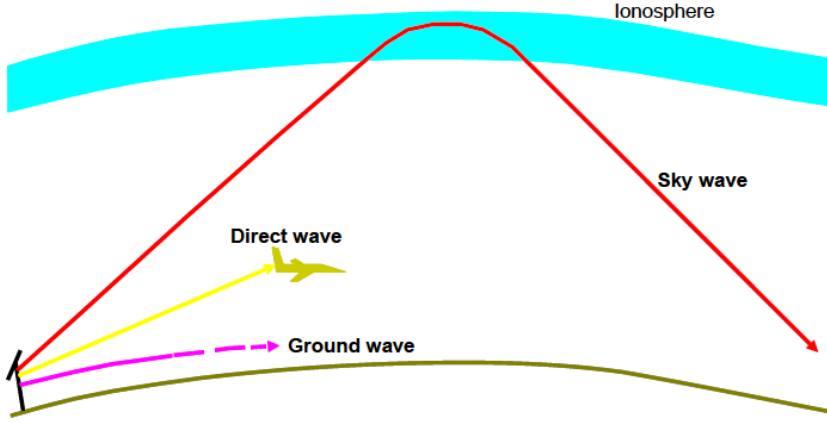
İyonosferin profili izlendiğinde iyonosferdeki elektron dağılımının dakika dakika, günlük, mevsimsel, yıllara göre değişim gösterdiği gözlenmiştir. Bu profil, özellikle neredeyse dikey hizalama ve dünyanın manyetik alan şiddeti auroral gibi ışıksal gösteri gibi fiziksel etkilere yol açabilir, dünyanın manyetik kutuplarında karmaşık bir hal alır. 2-30 MHz aralığında radyo dalgalarına iyonosferin nasıl tepki vereceğini bilim adamları tarafından iyonosferin keşfinde öncülük etmiştir.

Güneş'ten gelen radyasyon iyonosferde iyonizasyona neden olur. Güneş radyasyonu yüksüz atom ve moleküller ile çarpıştığında elektronlar üretilir. Bu süreci güneş radyasyonu oluşturduğundan elektron üretimi sadece gün ışığındaki yarım küreye ait iyonosferde oluşur. Doğal bir parçadan ya da parçaya Bir serbest elektron ile yüklü iyon ile birleşince iyonosfer serbest elektron kaybı oluşur. Elektron kaybı, hem gece hem de gündüz sürekli oluşur.



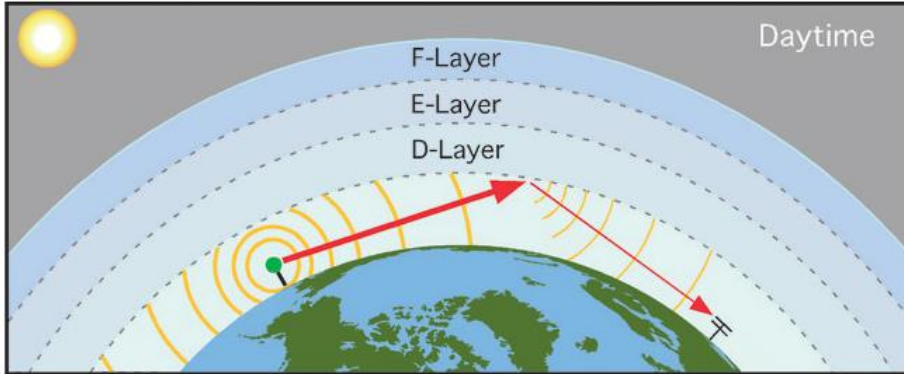
Kaynak:

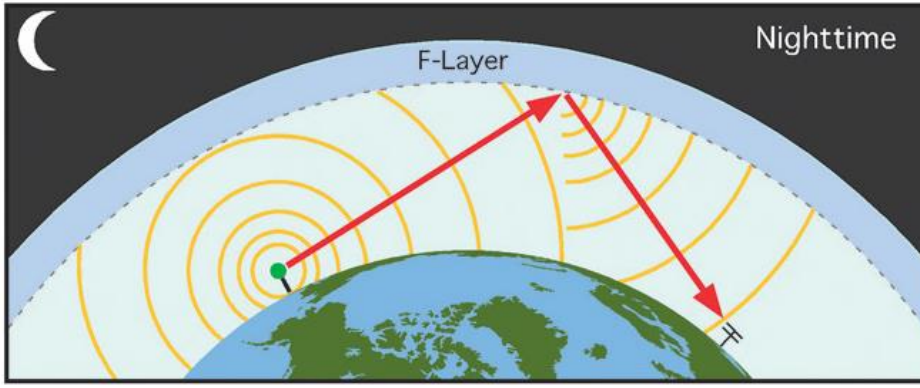
<http://withfriendship.com/user/levis/ionosphere.php>



Yüksek Frekans Elektromanyetik Dalgaların Yayılması

İyonosfer tabakaları, radyo dalgalarına, frekanslarına göre farklı etki gösterir. Çok uzun dalgalar yer ile iyonosfer arasında bir dalga borusu içindeymiş gibi önemsiz kayıplarla yol alır. Bunların yayılım koşulları günlük veya yıllık değişimlere bağlı değildir. Aynı durum gündüzleri Uzun ve Orta dalga boylarında da izlenmektedir. Çok uzun, uzun ve orta dalgaların uzay dalgası olarak yayılmaları gündüzleri (D) tabakası tarafından önlenmektedir. Çünkü bu tabaka onların enerjilerini absorbe etmektedir. Geceleri güneşin morötesi ışınları kesildiğinde, (D) tabakasında iyon ve elektronların yeniden birleşmesi başlar. Artık uzun ve orta dalgalar (düşük frekanslı) (E) tabakasına ulaşarak oradan yere doğru yansıtılarak uzaklara gidebilirler.

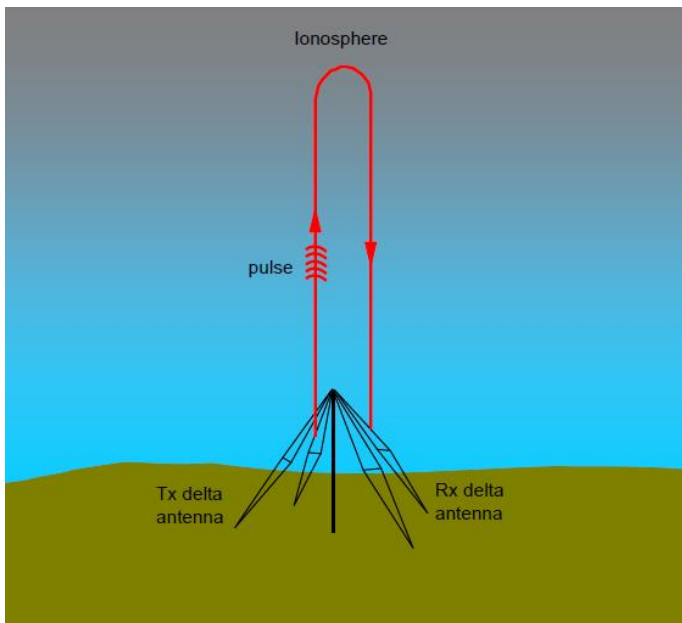




Kaynak: <http://www.eoearth.org/article/Ionosphere?topic=49664>

İyonosfer HF (High Frequency - Yüksek Frekans 0-30 MHz. arası) bandında radyo dalgalarını en iyi yansıtma özelliğine sahiptir. Hava moleküllerinin oldukça fazla biçimde iyonlaşmış olarak bulunduğu elektrik iletkenliğine sahip atmosferin yüksek tabakaları. İyonosfer içinde X ışınları ve mor ötesi ışınların iyonlaşma etkisiyle oluşan elektrik yüklü parçacıklar tabaka ve katmanlar halinde bulunur, iyonosferde iyonlaşma miktarı günün değişik saatlerine ve mevsimlere göre farklılıklar gösterir.

Bir radyo dalgası iyonosfere ulaştığında, elektromanyetik dalganın elektrik alan birleşeni iyonosferdeki elektronları radyo frekansı ile aynı frekansta titreşime zorlar. Titreşim enerjisi, elektronların yeniden düzenlenmesini veya elektronların orijinal radyo frekansını tekrar oluşturmasını sağlar. İyonosferin çarpışma frekansı radyo frekansından düşük ve elektron yoğunluğu yeterli ise tam yansıma gerçekleşir. Eğer gönderilen radyo dalgasının frekansı iyonosferin plazma frekansından büyük ise elektronlar yeterince hızlı dönüt veremez ve sinyal geri yansımaz.



5. Anten

Elektromanyetik dalgaları yaymak veya almak için genellikle metalik bir cihaz (çubuk veya tel olarak) kullanılır. Anten, boş alan ve elektrik sinyalleri arasındaki geçişi sağlayan yapıdır (Balanis; Anten Teorisi). Antenler, uzayda serbestçe yayılan elektromanyetik dalgalar ile elektriksel sinyaller arasında dönüştürücü görevi görür. Anten, herhangi bir radyo link sisteminde önemli bir elementtir, çünkü bir zincirin bağlantısı gibi davranır. Böylece genel performans, verici ve alıcı antenlerin performansından önemli ölçüde etkilenir.



Figure : Block diagram of a radio link

Anten boyutları ışıma frekansının yani λ' 'nin bir fonksiyonudur.

5.1. Uzak Alan (Far Field) Koşulları

Uzağa ışıma alan koşullarının karşılandığı bir antenden uzaklık, antenin dalga uzunluğuna yani antenin boyutlarına bağlıdır. Daha küçük antenler için (örneğin, yarım dalga dipol), antenden yayılan dalga cepheleri, elektriksel olarak büyük antenlere kıyasla neredeyse daha yakın mesafede neredeyse paralel hale gelir. Küçük antenler için iyi bir yaklaşım, uzak saha koşullarında şu koşullarda ulaşılır:

$$r \approx 2\lambda$$

Antenin (L) boyutlarının dalga uzunluğuna ($L \gg \lambda$) kıyasla önemli ölçüde daha büyük olduğu daha büyük antenler (yani reflektör antenleri veya dizi antenleri) için, uzak alan mesafesi için aşağıdaki yaklaşım geçerlidir:

$$r \approx \frac{2L^2}{\lambda}$$

5.2. Serbest Uzay Koşulları

Serbest uzay koşullarında, ilgili iki anten arasında doğrudan bir görüş hattı gerektirir. Sonuç olarak, aralarındaki iletişim yoluna hiçbir engel girmemelidir. Ayrıca, doğrudan ve yansıyan sinyallerin üst üste binmesinin neden olduğu etkilerin çoğundan kaçınmak için, ilk Fresnel elipsoidinin tamamen engelsiz olması gerekir:

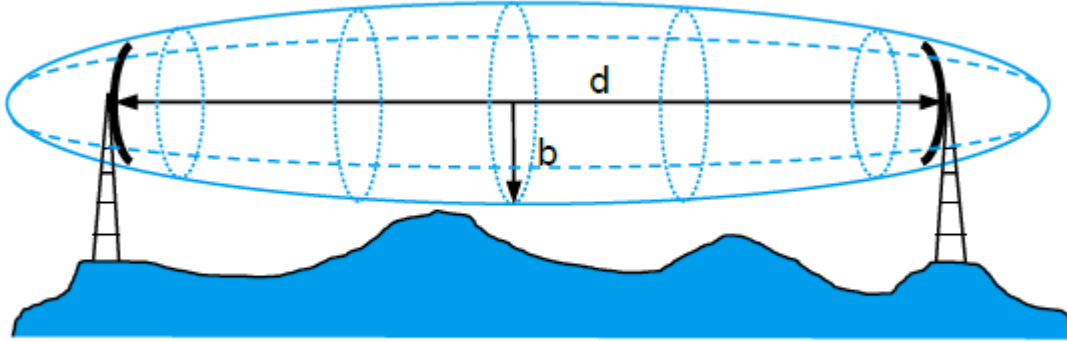


Figure : First Fresnel ellipsoid

İlk Fresnel elipsoidi, iki anten odak noktalarındayken rotasyonel bir elipsoid olarak tanımlanır. Bu elipsoid içinde iki potansiyel yol arasındaki faz farkı dalga boyunun yarısından daha azdır.

Elipsoidin merkezindeki yarıçap (b) aşağıdaki formüle göre hesaplanabilir:

$$b = 17.32 \sqrt{\frac{d}{4f}}$$

burada b, m cinsinden yarıçaptır, d km cinsinden RX ve TX arasındaki mesafeyi, ve f, GHz cinsinden frekanstır.

5.3. Directivity and Gain

For system calculations, it is usually easier to work with directivity rather than its equivalent, maximum effective aperture. The relation can be established by examining an infinitesimal dipole and generalizing. The maximum effective aperture of an ideal, lossless dipole of length Δz is found by orienting the dipole for maximum response, which is parallel to the incoming linearly polarized electric field E^i . Then the open circuit voltage is found from

$$V_A = E^i \Delta z \quad \text{ideal dipole receiving antenna} \quad (2-78)$$

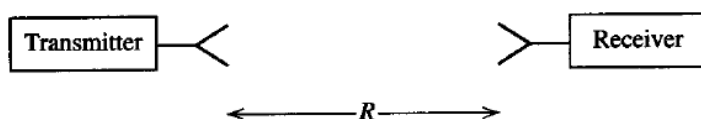


Figure 2-17 A communication link.

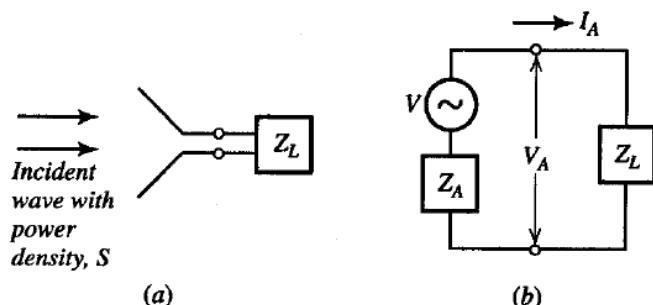


Figure 2-18 Equivalent circuit for a receiving antenna. (a) Receive antenna connected to a receiver with load impedance Z_L . (b) Equivalent circuit.

The power available from the antenna is realized when the antenna impedance is matched by a load impedance of $Z_L = R_r - jX_A$ if we assume $R_{ohmic} = 0$. The maximum available power is then (see Sec. 9.1)

$$P_{Am} = \frac{1}{8} \frac{|V_A|^2}{R_r} = \frac{1}{8} \frac{|E^i|^2}{R_r} (\Delta z)^2 \quad (2-79)$$

where (2-78) was used. The available power can also be calculated by examining the incident wave. The power density (Poynting vector magnitude) in the incoming wave is

$$S = \frac{1}{2} |\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*| = \frac{1}{2} \frac{|E^i|^2}{\eta} \quad (2-80)$$

The available power is found using the maximum effective aperture A_{em} , which is the collecting area of the antenna. The receiving antenna collects power from the incident wave in proportion to its maximum effective apertures:

$$P_{Am} = S A_{em} \quad (2-81)$$

The maximum available power P_{Am} will be realized if the antenna is directed for maximum response, is polarization-matched to the wave, and is impedance-matched to its load. The "maximum" refers to the assumption that there are no ohmic losses on the antenna. Maximum effective aperture for the ideal dipole is found using (2-79) and (2-80) with (2-81):

$$\begin{aligned} A_{em} &= \frac{P_{Am}}{S} = \frac{\frac{1}{8} \frac{|V_A|^2}{R_r}}{\frac{1}{2} \frac{|E^i|^2}{\eta}} = \frac{1}{4} \frac{\eta}{R_r} \frac{|E^i|^2 (\Delta z)^2}{|E^i|^2} = \frac{1}{4} \frac{\eta}{R_r} (\Delta z)^2 = \frac{1}{4} \frac{\eta (\Delta z)^2}{\eta \frac{2}{3} \pi \left(\frac{\Delta z}{\lambda} \right)^2} \\ &= \frac{3}{8\pi} \lambda^2 = 0.119 \lambda^2 \end{aligned} \quad (2-82)$$

where the ideal dipole radiation resistance value from (1-172) was used. The maximum effective aperture of an ideal dipole is independent of its length Δz (as long as $\Delta z \ll \lambda$). However, it is important to note that R_r is proportional to $(\Delta z/\lambda)^2$ so that even though A_{em} remains constant as the dipole is shortened, its radiation resistance decreases rapidly and it is more difficult to realize this maximum effective aperture because of the required conjugate impedance match of the receiver to the antenna.

The directivity of the ideal dipole can be written in the following manner:

$$D = \frac{3}{2} = \frac{4\pi}{\lambda^2} \frac{3}{8\pi} \lambda^2 \quad \text{ideal dipole} \quad (2-83)$$

Grouping factors this way permits identification of A_{em} from (2-82). Thus,

$$\boxed{D = \frac{4\pi}{\lambda^2} A_{em}} \quad (2-84)$$

Although we derived this for an ideal dipole, *this relationship is true for any antenna*. For an isotropic antenna, the directivity by definition is unity, so from (2-84) with $D = 1$:

$$A_{em} = \frac{\lambda^2}{4\pi} \quad \text{isotropic antenna} \quad (2-85)$$

Comparing this to $D = 4\pi/\Omega_A$, we see that

$$\boxed{\lambda^2 = A_{em} \Omega_A} \quad (2-86)$$

which is also a general relationship. We can extract some interesting concepts from this relation. For a fixed wavelength, A_{em} and Ω_A are inversely proportional; that is, as the maximum effective aperture increases (as a result of increasing its physical size), the beam solid angle decreases, which means power is more concentrated in angular space (i.e., directivity goes up, which also follows from $D = 4\pi/\Omega_A$). For a fixed maximum effective aperture (i.e., antenna size), as wavelength decreases (frequency increases), the beam solid angle also decreases, leading to increased directivity. In practice, antennas are not completely lossless. In Sec. 1.9, we saw that power available at the terminals of a transmitting antenna was not all transformed into radiated power. The power received by a receiving antenna is reduced to the fraction e_r (radiation efficiency) of what it would be if the antenna were lossless. This is represented by defining *effective aperture*:

$$A_e = e_r A_{em} \quad (2-87)$$

and the available power with antenna losses included, analogous to (2-81), is

$$P_A = S A_e \quad (2-88)$$

This simple equation is very intuitive and indicates that a receiving antenna acts to convert incident power (flux) density in W/m^2 to power delivered to the load in W . Losses associated with a mismatch between the polarization of the incident wave

and receiving antenna as well as impedance mismatch between the antenna and load are not included in A_e . These losses are not inherent to the antenna, but depend on how it is used in the system. The concept of gain was introduced to account for losses on an antenna, that is, $G = e_r D$; see (1-159). We can form a gain expression from the directivity expression by multiplying both sides of (2-84) by e_r and using (2-87):

$$G = e_r D = \frac{4\pi}{\lambda^2} e_r A_{em} = \frac{4\pi}{\lambda^2} A_e$$

or

$$\boxed{G = \frac{4\pi}{\lambda^2} A_e} \quad (2-89)$$

We will show in Sec. 7.3 that for electrically large antennas, effective aperture is equal to or less than the physical aperture area of the antenna A_p , which is expressed using *aperture efficiency* ϵ_{ap} :

$$A_e = \epsilon_{ap} A_p \quad (2-90)$$

It is important to note that although we developed the general relationships of (2-84), (2-86), and (2-89) for receiving antennas, they apply to transmitting antennas as well. The relationships are essential for communication system computations that we consider next.

Communication Links. We are now ready to completely describe the power transfer in the communication link of Fig. 2-17. If the transmitting antenna were isotropic, it would have power density at distance R of

$$S = \frac{U_{ave}}{R^2} = \frac{P_t}{4\pi R^2} \quad (2-91)$$

where P_t is the time-average input power accepted by the transmitting antenna and (1-131) and (1-135) have been used. For a transmitting antenna that is not isotropic but has gain G_t and is pointed for maximum power density in the direction of the receiver, we have for the power density incident on the receiving antenna:

$$S = \frac{G_t U_{\text{ave}}}{R^2} = \frac{G_t P_t}{4\pi R^2} \quad (2-92)$$

Using this in (2-88) gives the available received power as

$$P_r = S A_{er} = \frac{G_t P_t A_{er}}{4\pi R^2} \quad (2-93)$$

where A_{er} is the effective aperture of the receiving antenna and we assume it to be pointed and polarized for maximum response. Now from (2-89), $A_{er} = G_r \lambda^2 / 4\pi$, so (2-93) becomes

$$P_r = P_t \frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi R)^2} \quad (2-94)$$

which gives the available power in terms of the transmitted power, antenna gains, and wavelength. Or, we could use $G_t = 4\pi A_{et} / \lambda^2$ in (2-93), giving

$$P_r = P_t \frac{A_{et} A_{er}}{R^2 \lambda^2} \quad (2-95)$$

which is called the *Friis transmission formula*.

Relationship between antenna gain and effective area

- G = antenna gain
- A_e = effective area
- f = carrier frequency
- c = speed of light (3×10^8 m/s)
- λ = carrier wavelength

$$G = \frac{4\pi}{\lambda^2} A_e$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Soru: Anten kazancı 40 dBi olan vericiden 10 km ötede 400W/m² güç yoğunluğu oluşturulmak isteniyor. Verici gücü kaç watttır? $\pi=3$ alınacak.

$$P_d = P_t G_t / (4\pi d^2), \quad G_t(\text{dBi}) = 10\log(G_t), \quad G_t = 10^{40/10} = 10^4$$

$$P_t = P_d (4\pi d^2) / G_t = 400 * 4 * 3 * (10000)^2 / 10^4 = 48 * 10^6 = 48 \text{ MW}$$

1. The Gain of an antenna with losses is given by:

$$G = \frac{4\pi\eta A}{\lambda^2} \quad \text{Where } \eta = \text{Efficiency}$$

$$A = \text{Physical aperture area}$$

$$\lambda = \text{wavelength}$$

another is:

$$G = \frac{X \eta}{BW_\phi BW_\theta}$$

Where BW_θ and ϕ are the elev. & az beamwidths in degrees.

For approximating an antenna pattern with:

(1) A rectangle; $X = 41253, \eta_{\text{typical}} = 0.7$

(2) An ellipsoid; $X = 52525, \eta_{\text{typical}} = 0.55$

2. Gain of rectangular X-Band Aperture

$$G = 1.4 LW \quad \text{Where: Length (L) and Width (W) are in cm}$$

3. Gain of Circular X-Band Aperture

$$G = d^2 \eta \quad \text{Where: } d = \text{antenna diameter in cm}$$

$$\eta = \text{aperture efficiency}$$

4. Gain of an isotropic antenna radiating in a uniform spherical pattern is one (0 dB).

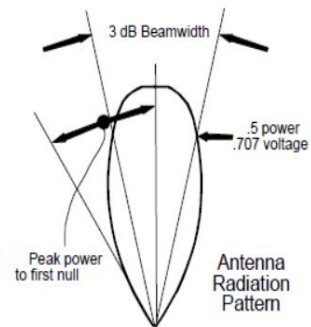
5. Antenna with a 20 degree beamwidth has a 20 dB gain.

6. 3 dB beamwidth is approximately equal to the angle from the peak of the power to the first null (see figure at right).

7. Parabolic Antenna Beamwidth:

$$BW = \frac{70\lambda}{d}$$

Where: BW = antenna beamwidth; λ = wavelength; d = antenna diameter.



5.4. Antenna Impedance

Anten empedansı, tamamen dirençli olabilir veya reaktif (endüktif veya kapasitif) bir bileşenle dirençli olabilir. Bir antenin, reaktif bileşen göstermemesi durumunda rezonans olduğu söylenir. Yani, empedansı tamamen dirençlidir. Empedansın dirençli kısmı, radyasyon direncinden ve kayıp direncinden oluşur. Radyasyon direnci hayali bir dirençtir. Bu dirençte “dağıtılan” güç, aslında antenden yayılan güçtür. Kayıp direnci, anteni yapmak için kullanılan iletkenlerin dirençlerinden ve anten sistemindeki diğer kayıplardan oluşur. Bu dirençlerde harcanan güç kaybolur, ısı olarak boşa gider.

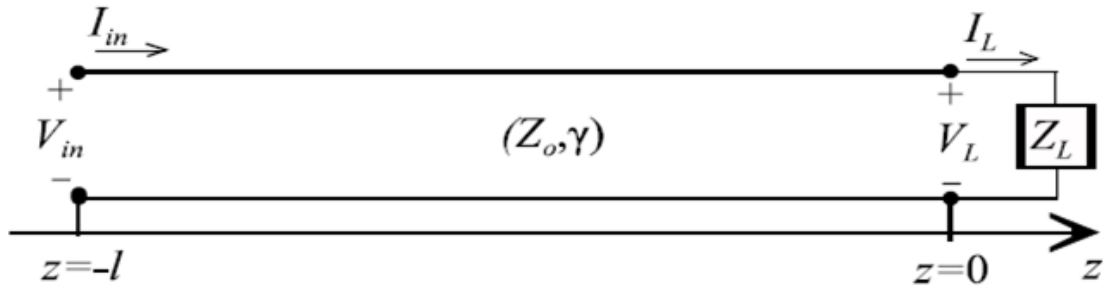
Besleme noktası empedansı (giriş veya sürücü empedansı olarak da bilinir). Empedansın gerçek kısmı radyasyon ve kayıp dirençlerinin toplamıdır. Bu empedansın hayali kısmı, anten tarafından geçici olarak depolanan gücü temsil eder. Bant genişliği, bir veya daha fazla anten parametresinin belirli bir aralıkta ışıma yaptığı frekans aralığıdır.

SPECIAL CASE OF LOSSLESS TRANSMISSION LINES

TABLE 2.2 Formulas for Transmission Lines

Quantity	General Line	Lossless Line
Propagation constant, $\gamma = \alpha + j\beta$	$\sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$	$j\omega\sqrt{LC}$
Phase constant, β	$\text{Im}(\gamma)$	$\omega\sqrt{LC} = \frac{w}{v} = \frac{2\pi}{\lambda}$
Attenuation constant, α	$\text{Re}(\gamma)$	0
Characteristic impedance, Z_0	$\sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$	$\sqrt{\frac{L}{C}}$
Input impedance, Z_{in}	$Z_0 \frac{Z_L \cosh \gamma l + Z_0 \sinh \gamma l}{Z_0 \cosh \gamma l + Z_L \sinh \gamma l}$	$Z_0 \frac{Z_L \cos \beta l + jZ_0 \sin \beta l}{Z_0 \cos \beta l + jZ_L \sin \beta l}$
Impedance of shorted line	$Z_0 \tanh \gamma l$	$jZ_0 \tan \beta l$
Impedance of open line	$Z_0 \coth \gamma l$	$-jZ_0 \cot \beta l$
Impedance of quarter-wave line	$Z_0 \frac{Z_L \sinh \alpha l + Z_0 \cosh \alpha l}{\sinh \alpha l + Z_L \cosh \alpha l}$	$\frac{Z_0^2}{Z_L}$
Impedance of half-wave line	$Z_0 \frac{Z_L \cosh \alpha l + Z_0 \sinh \alpha l}{\cosh \alpha l + Z_L \sinh \alpha l}$	Z_L
Reflection coefficient, Γ_L	$\frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$	$\frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$
Voltage standing-wave ratio (VSWR)	$\frac{1 + \Gamma_L }{1 - \Gamma_L }$	$\frac{1 + \Gamma_L }{1 - \Gamma_L }$

the input impedance of a terminated lossy transmission line is

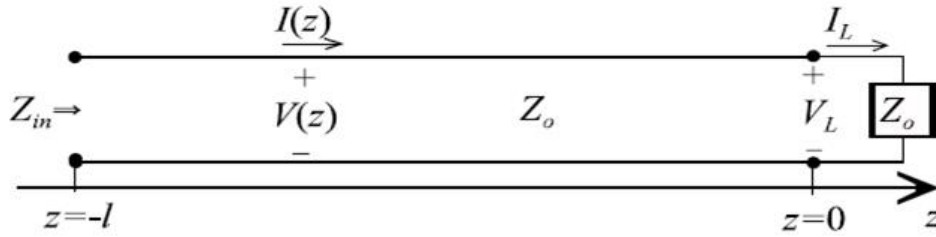


$$Z_{in} = Z_o \frac{Z_L + jZ_o \tan(-j\gamma l)}{Z_o + jZ_L \tan(-j\gamma l)} = Z_o \frac{Z_L + Z_o \tanh(\gamma l)}{Z_o + Z_L \tanh(\gamma l)}$$

The impedance at the input of a transmission line of length l terminated with an impedance Z_L is

$$Z_{in} = Z(-l) = Z_o \frac{Z_L + jZ_o \tan \beta l}{Z_o + jZ_L \tan \beta l}$$

Lossless Transmission Line with Matched Load ($Z_L = Z_o$)



the general impedance at any point along the length of the transmission line may be written as

$$Z(z) = Z_o \frac{e^{-j\beta z} + \Gamma e^{j\beta z}}{e^{-j\beta z} - \Gamma e^{j\beta z}} = Z_o \frac{1 + \Gamma e^{j2\beta z}}{1 - \Gamma e^{j2\beta z}} = Z_o \frac{1 + \Gamma(z)}{1 - \Gamma(z)}$$

The normalized value of the impedance $z_n(z)$ is

$$z_n(z) = \frac{Z(z)}{Z_o} = \frac{1 + \Gamma(z)}{1 - \Gamma(z)} = r(z) + jx(z) \quad (3)$$

Example : $Z_L = 60 + j50$ $Z_o = 50$ $l = \frac{4}{10}\lambda$

(b.) $\Gamma = \frac{Z_L - Z_o}{Z_L + Z_o} = \frac{(60 + j50) - 50}{(60 + j50) + 50} = \frac{10 + j50}{110 + j50} = 0.422 \angle 54^\circ$

(a.) $s = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} = \frac{1 + 0.422}{1 - 0.422} = 2.46$

(c.) $Y_L = \frac{1}{Z_L} = \frac{1}{60 + j50} = (9.84 - j8.2) \text{ mS}$

(d.) $Z_{in} = Z_o \frac{Z_L + jZ_o \tan \beta l}{Z_o + jZ_L \tan \beta l}$ $\beta l = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{4}{10}\lambda = \frac{4\pi}{5}$

$$= 50 \frac{(60 + j50) + j50 \tan\left(\frac{4\pi}{5}\right)}{50 + j(60 + j50) \tan\left(\frac{4\pi}{5}\right)} = (24.5 + j20.3) \Omega$$

$$\begin{aligned}
 \text{(e.) } |V(z)| &= |V_o^+| |1 + \Gamma e^{j2\beta z}| & \Gamma e^{j2\beta z} &= |\Gamma| e^{j\theta} e^{j2\beta z} \\
 |V(z)|_{\max} &= |V_o^+| [1 + |\Gamma|] & \theta + 2\beta z_{\max} &= n\pi \quad (\text{even } n) \\
 |V(z)|_{\min} &= |V_o^+| [1 - |\Gamma|] & \theta + 2\beta z_{\min} &= n\pi \quad (\text{odd } n)
 \end{aligned}$$

$$z_{\min} = \frac{n\pi - \theta}{2\beta} = \frac{n\pi - \left(\frac{54\pi}{180}\right)}{4\pi} \lambda = \frac{n - 0.3}{4} \lambda \quad (\text{odd } n)$$

$$n = 1 \Rightarrow z_{\min} = \frac{0.7}{4} \lambda = 0.175 \lambda$$

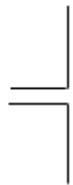
$$n = -1 \Rightarrow z_{\min} = -\frac{1.3}{4} \lambda = -0.325 \lambda \Rightarrow l_{\min} = 0.325 \lambda$$

$$\text{(f.) } z_{\max} = \frac{n\pi - \theta}{2\beta} = \frac{n\pi - \left(\frac{54\pi}{180}\right)}{4\pi} \lambda = \frac{n - 0.3}{4} \lambda \quad (\text{even } n)$$

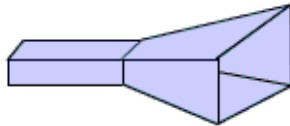
$$n = 0 \Rightarrow z_{\max} = -\frac{0.3}{4} \lambda = -0.075 \lambda \Rightarrow l_{\max} = 0.075 \lambda$$

$$n = 2 \Rightarrow z_{\max} = \frac{1.7}{4} \lambda = 0.425 \lambda$$

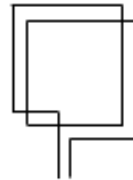
5.5. Antenna Types



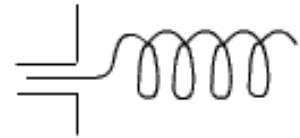
(a) Dipole



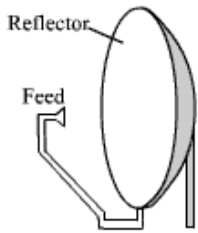
(b) Horn



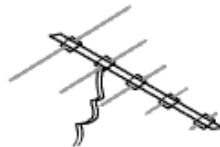
(c) Loop



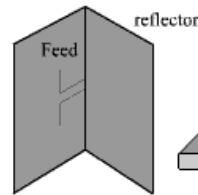
(d) Helical antenna



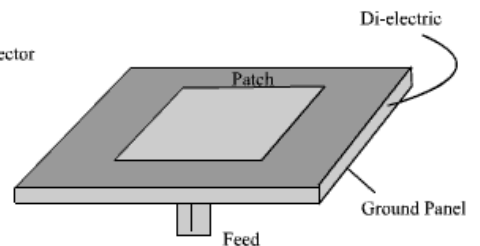
(e) Parabolic Dish



(f) Yagi Antenna



(g) Corner reflector



(h) Microstrip patch antenna

Dipole Antenna

The dipole antennas, when fed at the center, a reasonably good approximation of the current is given by,

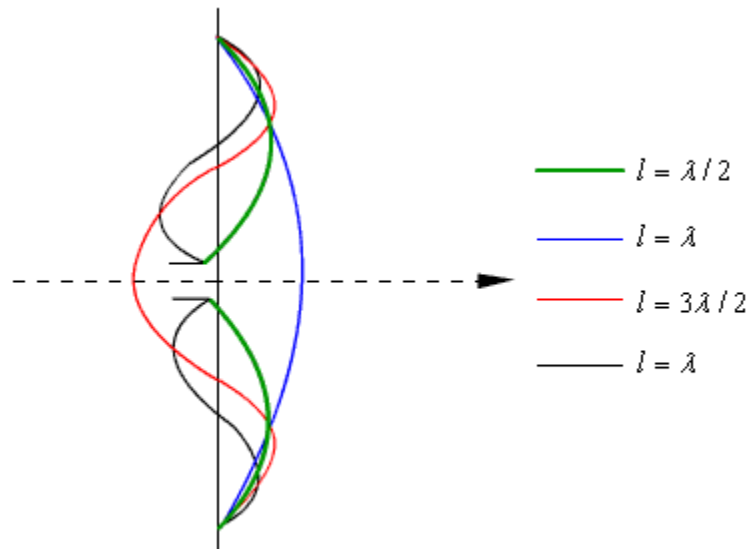


Fig : Current distribution on a center fed dipole antenna

The world's most popular antenna is the half-wave dipole. Shown in Figure, the total length of the antenna is equal to half of the wavelength. The relationship between wavelength and frequency is $f = c / \lambda$, where $c = 3 \times 10^8$ m/s in free space. Dipoles may be shorter or longer than half of the wavelength, but this fraction provides the best antenna efficiency. The radiation resistance can be calculated as 73.1Ω .

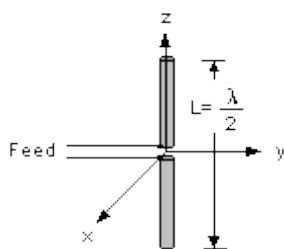


Fig. Dipole Antenna, 1/2 Wave

The dipole antenna is fed by a two-wire line, where the two currents in the conductors are equal in amplitude but opposite in direction. Since the antenna ends are essentially an open circuit, the current distribution along the length of the half-wave dipole is sinusoidal, shown in Figure 9. This produces the antenna pattern shown in Figure 8. This pattern shows that

when the antenna is vertical, it radiates the most in the horizontal direction and very little out the ends of the antenna. A typical gain for a dipole antenna is 2dB, and the bandwidth is generally around 10%.

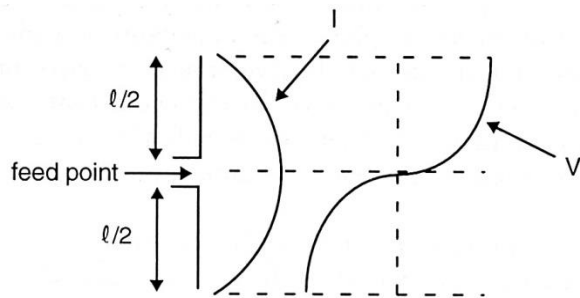


Fig. Current and Voltage Distributions for a Half-Wave Dipole Antenna

A quarter wave monopole antenna

A quarter wave monopole antenna is half of a dipole antenna placed over a grounded plane.

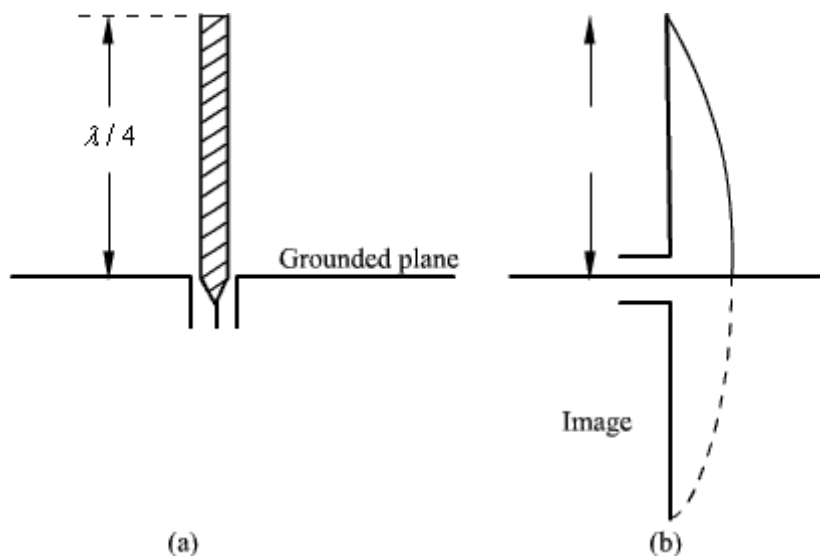


Fig. (a): Quarter wave monopole (b) Equivalent Half wave dipole

If the ground plane is perfectly conducting, the monopole antenna shown in Fig (a) will be equivalent to a half wave dipole shown in Fig10(b) taking image into account.

Quarter wave monopole antennas are often used as vehicle mounted antennas, the vehicle providing required ground plane for the antenna. For quarter-wave antennas mounted

above earth, the poor conductivity of the soil results in excessive power loss from the induced amount in the soil.

A monopole antenna is one-half a dipole plus a perfectly conducting plane. It behaves in a similar way to the dipole, but most of its parameters are halved. Figure . shows a quarter-wave monopole, also known as the vertical whip antenna.

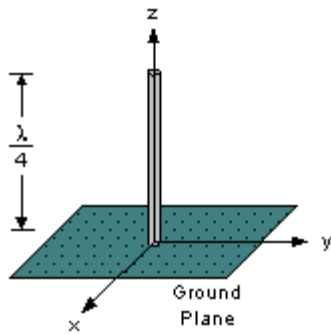


Fig. Monopole Antenna, 1/4 Wave

The radiation resistance is 36.5Ω , half that of a dipole. The total power radiated is also half that of a dipole, and the radiation pattern is shown in Figure . A typical gain for a monopole antenna is 2 to 6dB, and the bandwidth is also around 10%.

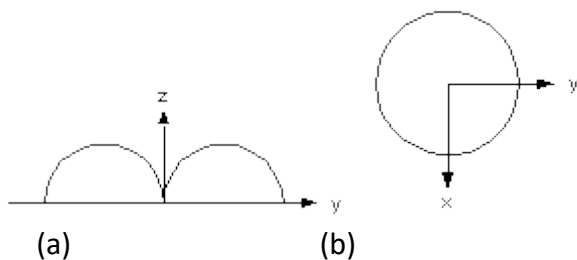


Fig. (a) Monopole Principal E-plane Pattern (b) Monopole Principal H-plane Pattern

Loop Antenna

Loop antennas may take many different forms such as circle, square, rectangle etc. The loop antenna is a conductor bent into the shape of a closed curve, such as a circle or square, with a gap in the conductor to form the terminals. Figure shows a circular and a square loop. These antennas may also be found as multiturn loops or coils, designed with a series connection of overlaying turns. There are two sizes of loop antennas: electrically small and electrically large. If the total conductor length is small compared with a wavelength, it is considered small. An electrically large loop typically has a circumference approaching one wavelength.

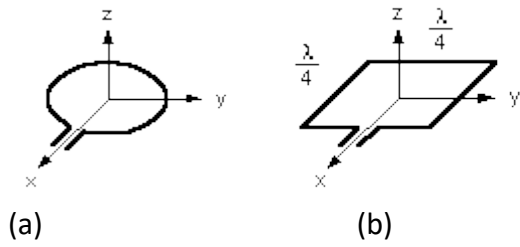


Fig. (a) Circular Loop Antenna (b) Square Loop Antenna

The current distribution on a small loop antenna is assumed to be uniform. This allows it to be simply analyzed as a radiating inductor. Used as transmitters, loop antennas have a pattern that follows Figure . Loop antennas can have a gain from -2dB to 3dB and a bandwidth of around 10%.

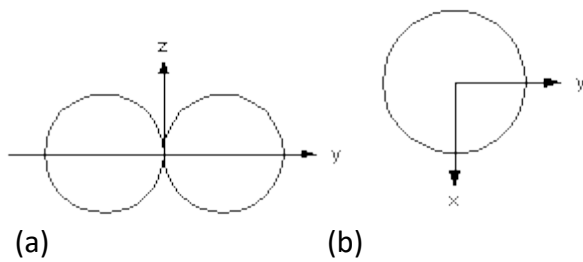


Fig. (a) Loop Antenna Principal E-plane Pattern (b) Loop Antenna Principal H-plane Pattern

Loop antennas have found to be very useful as receivers. For low frequencies—where dipoles would become very large—loop antennas can be used. While the efficiency of a small loop antenna is not good, a high signal-to-noise ratio makes up for it. A common method to increase loop antennas' performance is to fill the core with a ferrite. This has the effect of increasing the magnetic flux through the loop and increasing radiation resistance.

Microstrip Antenna

The microstrip or patch antenna is often manufactured directly on a printed circuit board, where the patch is a rectangular element that is photoetched from one side of the board (Figure 15). Most microstrip elements are fed by a coaxial conductor which is soldered to the back of the ground plane. Typically the upper plate conductor is smaller than the ground plane to allow fringing of the electric field. The dielectric substrate between the microstrip and the ground plane is simply the printed-circuit substrate.

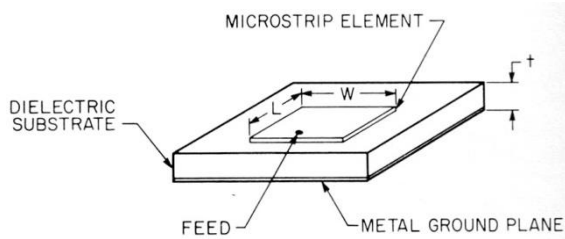


Fig. Rectangular Microstrip-Antenna Element

Despite its low profile, the microstrip antenna has an efficient radiation resistance. The source of this radiation is the electric field that is excited between the edges of the microstrip element and the ground plane. The equation for the radiation resistance is a function of the desired wavelength (λ) and the width (W) of the microstrip:

$$R_{rad} = \frac{120\lambda}{W} \quad)$$

Microstrip antennas are generally built for devices that require small antennas, which lead to high frequencies, typically in the Gigahertz. Most microstrip elements are very efficient, anywhere from 80 to 99 percent. Factors that affect efficiency are dielectric loss, conductor loss, reflected power, and the power dissipated in any loads involved in the elements. Using air as a substrate leads to very high efficiencies, but is not practical for photoetched antennas.

In a dielectric substrate, the effective dielectric constant is calculated using following equation:

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-\frac{1}{2}}$$

Where ϵ_r is the dielectric constant of the substrate

H is the thickness of the substrate

W is the width of the patch

The real length for the patch can be calculate by $L = L_{eff} - 2\Delta L$ where

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)}$$

and

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_o \sqrt{\epsilon_{reff}}}$$

where f_o is the center frequency of the antenna.

The width for the patch can be calculate by using the following equation:

$$W = \frac{c}{2f_o \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}}$$

For the transmission line, the length is approximately 0.75λ , where λ is the wavelength of the antenna.

$$\lambda = \frac{c}{f_o \sqrt{\epsilon_{reff}}}$$

Helical Antenna

The basic helical antenna consists of a single conductor wound into a helical shape, shown in Figure . Helical antennas are circularly polarized, that is, the radiated electromagnetic wave contains both vertical and horizontal components. This is unlike the dipole, which only radiates normal to its axis. Like the monopole, a ground plane must be present.

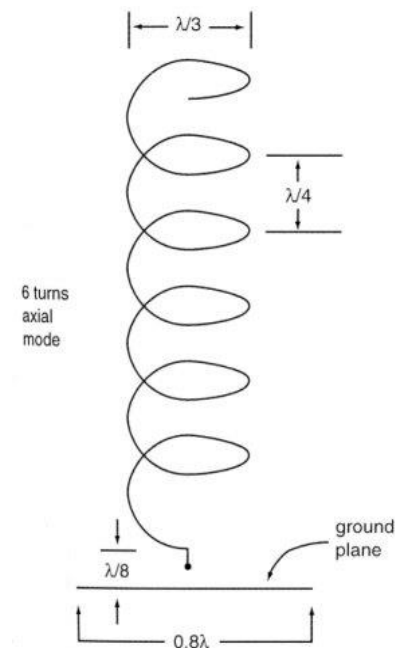


Fig. Helical Antenna

The antenna shown in Figure 9 has a gain of about 12dB. It operates in the 100 to 500 MHz range and is fed with a coax where the center conductor is fed through the center of the ground plane. The spacing of the turns is 1/4-wave and the diameter of the turns is 1/3-wave. This is just one example of a helical antenna; they can be scaled to other frequencies of operation as well. Other modifications can be made; nonuniform-diameter helical structures can widen the bandwidth and improve radiation performance.

Horn Antenna

Horn antennas are made for the purpose of controlling one or more of the fundamental antenna properties: gain, antenna pattern, and radiation resistance. A horn antenna works in conjunction with a waveguide—a tube that channels energy from one location to another. Horn antennas can have several shapes, depending on their function.

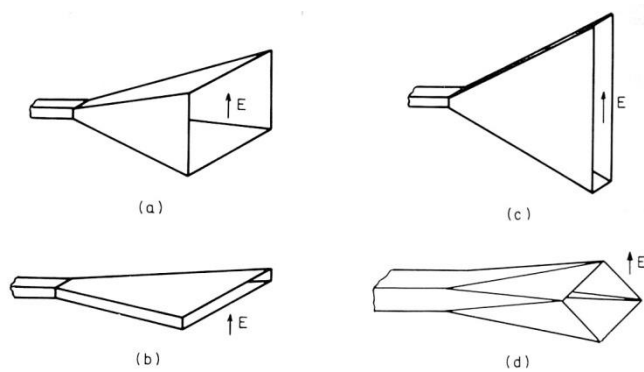


Fig. Rectangular –Waveguide Horns (a) Pyramidal (b) Sectoral H-plane (c) Sectoral E-plane (d) Diagonal

$$A=ab$$

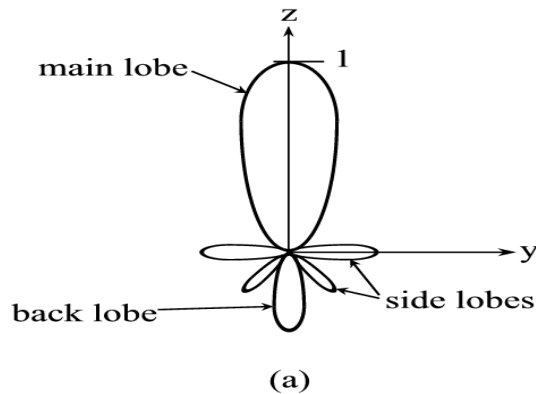
The pyramidal horn in Figure a is used to maximize the gain, since the antenna is flared in both the H-plane and E-plane. This obviously gives the antenna a fixed directivity, and it will radiate principally in the direction of the horn's axis. Figures 17b and 17c are special cases of the pyramidal horn, where either the H-plane or E-plane is flared thus and maximized.

5.6. Radiation pattern

Antenna radiation pattern (*antenna pattern*) is defined for large distances from the antenna, where the spatial (angular) distribution of the radiated power does not depend on the distance from the radiation source is independent on the power flow direction: it is the same when the antenna is used to transmit and when it is used to receive radio waves is usually different for different frequencies and different polarizations of radio wave radiated/ received

Radiation Pattern:

It is clear in Figure that in some very specific directions there are zeros, or nulls, in the pattern indicating no radiation. The protuberances between the nulls are referred to as lobes, and the main, or major, lobe is in the direction of maximum radiation. There are also side lobes and back lobes. These other lobes divert power away from the main beam and are desired as small as possible.



Beam Width:

One measure of a beam's directional nature is the *beamwidth*, also called the half-power beamwidth or 3-dB beamwidth.

Radiation pattern – variation of the field intensity of an antenna as an angular function with respect to the axis

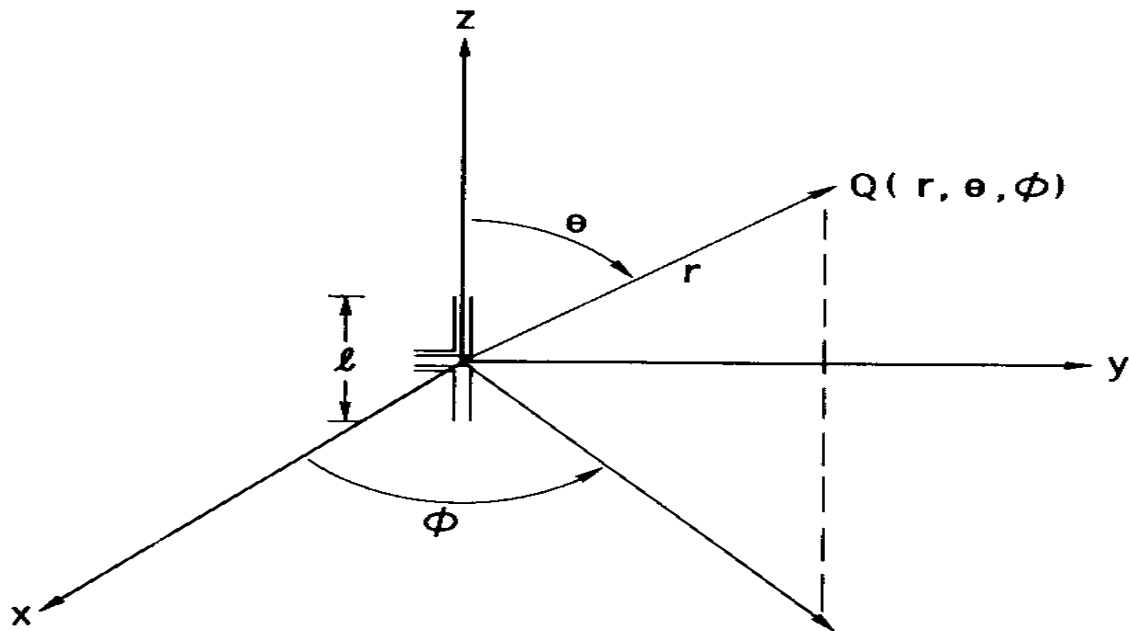
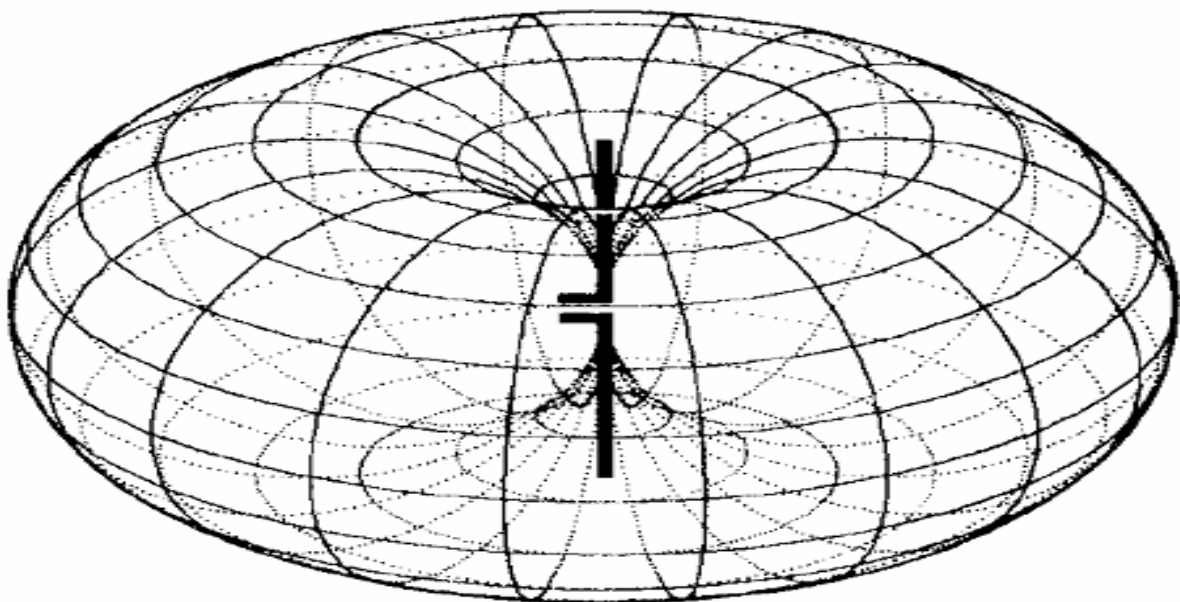


Fig. 3.7 Short dipole placed at the origin of a spherical coordinate system.



Three-dimensional representation of the radiation pattern of a dipole antenna

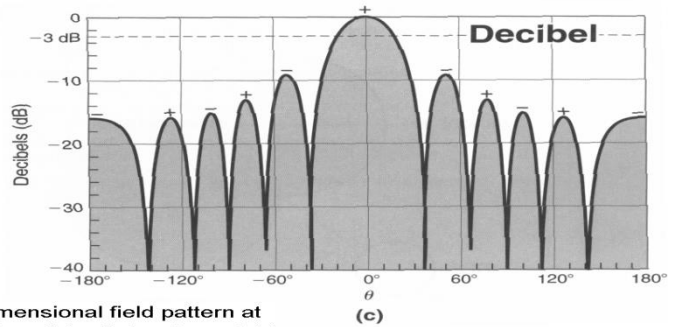
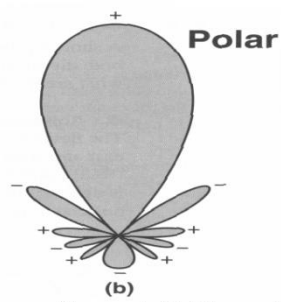
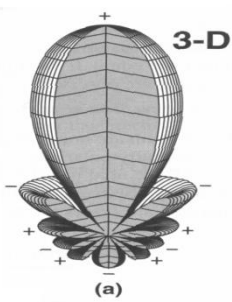
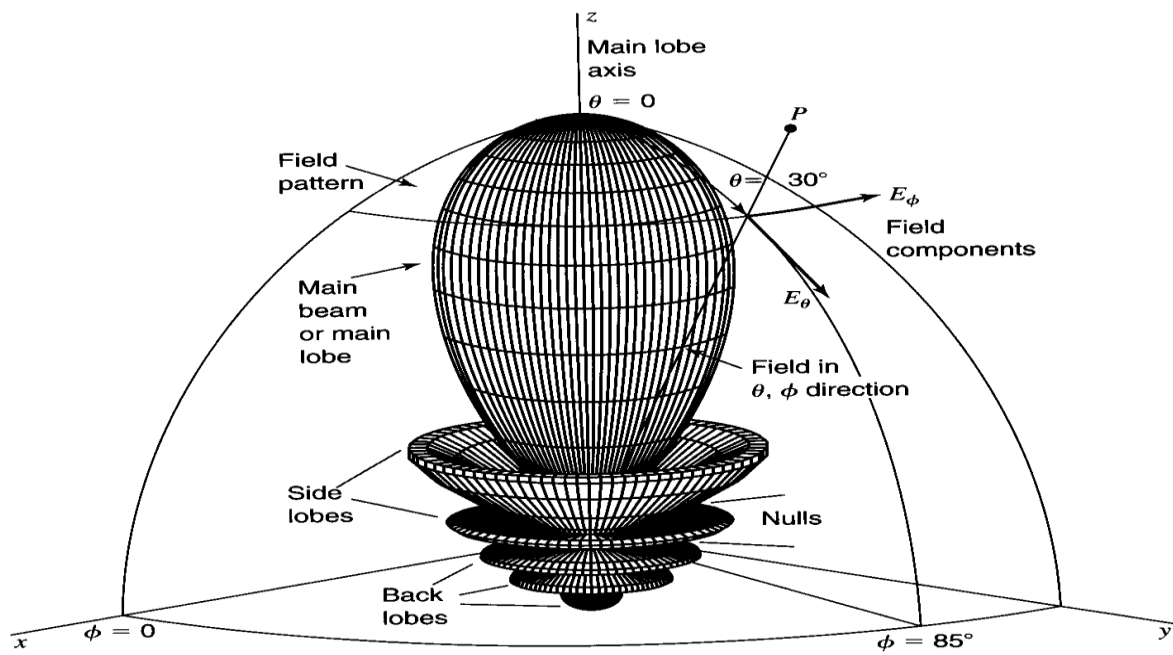


Figure 4-13 Three-dimensional field pattern at (a), polar pattern at (b), and decibel pattern at (c) showing alternate phasing (+ and -) of pattern lobes.

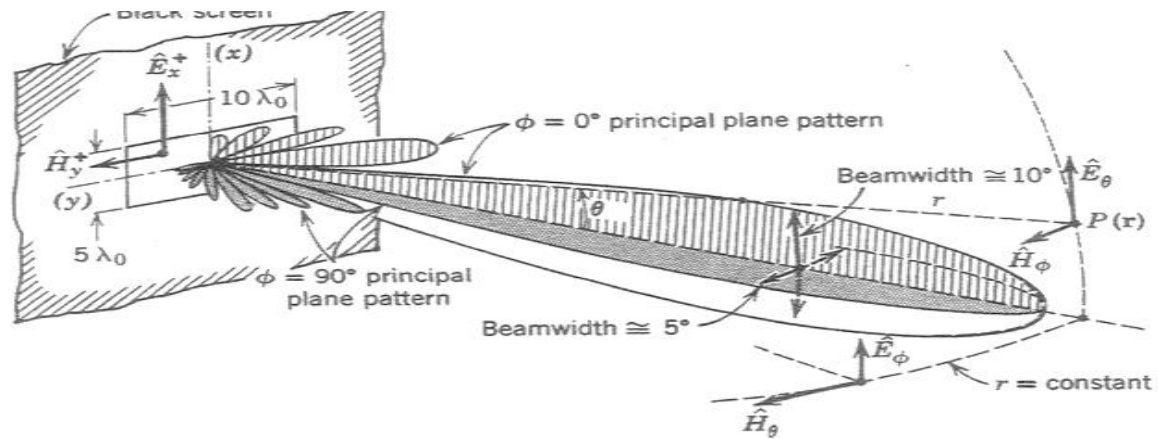
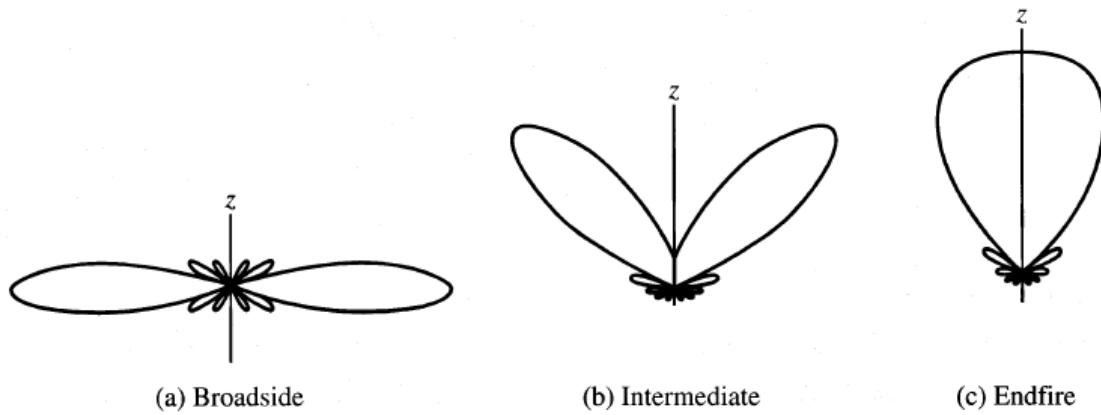


Figure 3.1 Antenna parameter definitions are based on the geometry of the antenna gain pattern.

Antenna Pattern Types

- **Omnidirectional** – radiation response is constant in *one* of the principal planes of the antenna.
- **Isotropic** – antenna radiates equally in *all* directions in 3D space; theoretically impossible to realize, but a useful reference for quantifying how directive real antennas are.
- **Broadside** – main beam is normal to the plane or axis containing the antenna. An example for an antenna oriented along the z -axis is shown in Figure
- **Endfire** – main beam is *in the plane* or parallel to the axis containing the antenna. An example for an antenna oriented along the z -axis is shown in Figure

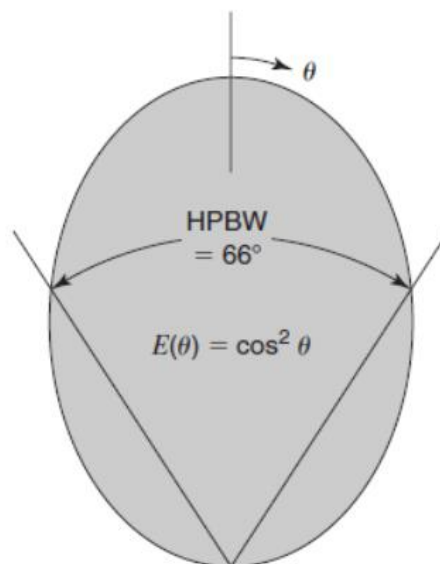


Half-Power Beamwidth

An antenna has a field pattern given by

$$E(\theta) = \cos^2 \theta \quad \text{for } 0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$$

Find the half-power beamwidth (HPBW).



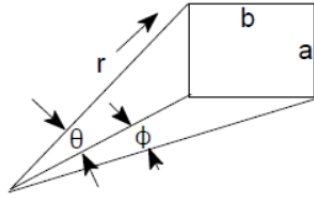
■ Solution

$E(\theta)$ at half power = 0.707. Thus $0.707 = \cos^2 \theta$ so $\cos \theta = \sqrt{0.707}$ and $\theta = 33^\circ$

$$\text{HPBW} = 2\theta = 66^\circ$$

5.7. Pattern & Gain

Approximating the antenna pattern as a **rectangular** area:



$$a = r \sin \theta, \quad b = r \sin \phi, \quad \text{area} = ab = r^2 \sin \theta \sin \phi$$

$$G = \frac{\text{Area of Sphere}}{\text{Area of Antenna pattern}} = \frac{4 \pi r^2}{r^2 \sin \theta \sin \phi} = \frac{4 \pi}{\sin \theta \sin \phi}$$

Where $\theta = BW_\theta$, and $\phi = BW_\phi$

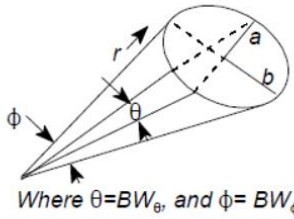
For small angles, $\sin \phi = \phi$ in radians, so:

$$G = \frac{4 \pi}{\sin \phi \sin \theta} = \frac{4 \pi}{\phi \theta \text{ (radians)}} = \frac{4 \pi \left(\frac{360^\circ}{2 \pi} \frac{360^\circ}{2 \pi} \right)}{\phi \theta \text{ (degrees)}} = \frac{41253}{\phi \theta \text{ (degrees)}} \text{ or } \frac{41253}{BW_\phi BW_\theta \text{ (degrees)}}$$

The second term in the equation above is identical to equation [3].

Converting to dB, $G_{\max}(\text{dB}) = 10 \text{ Log} \left[\frac{41253}{BW_\phi BW_\theta} \right]$ with BW_ϕ and BW_θ in degrees

Approximating the antenna pattern as an **elliptical** area:



$$\text{Area of ellipse} = \pi a b = \pi \left[(r \sin \theta)/2 \right] \left[(r \sin \phi)/2 \right] = (\pi r^2 \sin \theta \sin \phi)/4$$

$$G = \frac{\text{Area of Sphere}}{\text{Area of Antenna pattern}} = (4 \pi r^2) \left(\frac{4}{\pi r^2 \sin \theta \sin \phi} \right) = \frac{16}{\sin \theta \sin \phi}$$

Where $\theta = BW_\theta$, and $\phi = BW_\phi$

For small angles, $\sin \phi = \phi$ in radians, so:

$$G = \frac{16}{\sin \phi \sin \theta} = \frac{16}{\phi \theta \text{ (radians)}} = \frac{16 \left(\frac{360^\circ}{2 \pi} \frac{360^\circ}{2 \pi} \right)}{\phi \theta \text{ (degrees)}} = \frac{52525}{\phi \theta \text{ (degrees)}} \text{ or } \frac{52525}{BW_\phi BW_\theta \text{ (degrees)}}$$

For a very directional radar dish with a beamwidth of 1° and an average efficiency of 55%:

Ideally: $G = 52525$, or in dB form: $10 \log G = 10 \log 52525 = 47.2 \text{ dB}$

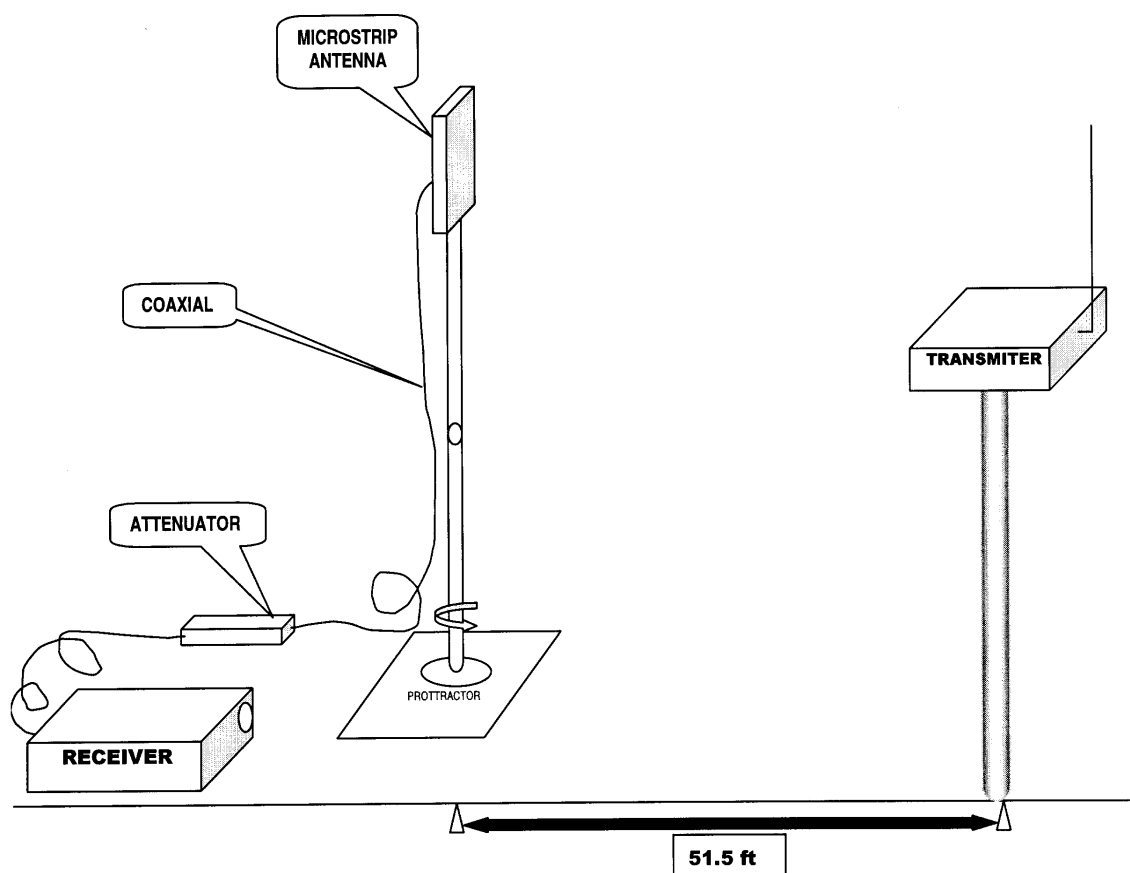
With efficiency taken into account, $G = 0.55(52525) = 28888$, or in log form: $10 \log G = 44.6 \text{ dB}$

5.8. Test Procedure

- Align the test antenna to read 0degrees on the protractor, when the antennas zero degree point is pointed directly at the transmitter (Broadside for Microstrip antennas).
- Continuously adjust the Attenuator until it reads your chosen reference point on the receiver's analog meter (we used 5dB as our reference point).
- Record the attenuator readings at every 10-degree turn of the antenna (Use smaller steps for better-defined pattern).
- Actual gain will be the reference antenna readings subtracted from the antenna under test.
- Measure both the E and H planes.
- All testing people should duck below the height of antenna.
- Do more than one trial and average out all the trials for best results.

Note. It helps to have at least two people to do the measurements. One person adjusts the Attenuator and reads the receiver, and the other person adjusting the antenna.

For best results a large wide-open field should be used.



6. Yönlendirilmiş Elektromanyetik Enerji

6.1. Yönlendirilmiş Enerji Kaynakları

Yönlendirilen enerji kaynaklarının gruplandırılması:

- Elektromanyetik radyasyon, lazerler veya MAZER (MAZER: Mikrodalga osilatör ya da yükselticisi olarak kullanılan aygıt.)
- Isı
- Parçacık ışın silahları, Işımanın odaklandığı parçacıklar
- Alev
- Sonik silah ses.

Günümüzde silahların çoğu sadece bilim kurgu, fonksiyonel olmayan oyuncaklar, film, sahne ya da animasyon görünümündedir. Bu silahlar, ölüm ışınları veya ışın tabancaları olarak bilinen ve genellikle bir kişiyi öldürmek ya da nesneyi yok etmek için enerjiyi yönlendirme olarak tasvir edilmiştir.

Yönlendirilmiş enerjinin hızı ışının yoğunluğu ile belirlenir. Yoğun ise güçlüdür. Ancak parçacık ışın ışık hızından yavaş hareket eder. Onun hızı kütlesi, yoğunluğu, gücü veya partikül ya da enerji yoğunluğu ile belirlenir.

Öldürücü Olmayan Silahlar

İnsanların yaralanma ve ölüm potansiyeli ciddi olan testlerin sınırlandırılması gerekmektedir. Merkezi sinir sistemini hedef alan ve nörofizyolojik bozukluklara neden olan yönlendirilmiş enerji silahları 1977 tarihli Cenevre Sözleşmeleri dahilinde değerlendirilmelidir. Öldürücü olmayan yönlendirilmiş enerjinin ortak biyolojik etkileri şunlardır:

- Nefes darlığı
- Dengesiz davranışlar
- Mide bulantısı
- Ağrı
- Vertigo
- Diğer sistemik bir rahatsızlık.

Hafif ve tekrarlayan görsel sinyaller epileptik nöbetlere yol açabilmektedir. Gemilerden korsanları kovmak için sonik silah kullanılmaktadır. Elektromanyetik enerjinin tedavide kullanımı yeni gelişmelerdendir. Bu yöntem ile ilgili araştırmalar hâlen sürmektedir. Beynin ön bölgesine elektromanyetik uyarı vererek depresyonu tedavi etme projesi, elektroşok tedavisine alternatif olarak işe yarayacak gibi görünmektedir. Düşünce Kontrolü konularında, psiko enerji teknolojisine yönelik çalışmaları Moray, Abrams, Hieronymous, Tesla, Dela Warr, Down ve Reich gibi bilim adamlarının çalışmaları temel alınarak beyin üzerindeki çalışmalar

devam etmektedir. 1974'te Çek mühendis Robert Pavlita böcekleri uzaktan öldürmeyi başardığı iddia edilmektedir. 1979'da Sovyet bilim adamlarının birkaç km öteden keçileri öldürebilen ya da yanlış yönlenme ve kapasite düşüklüğü gibi sonuçlar ortaya çıkaran sistemler üzerine çalıştıkları tespit edilmiştir. Körfez Savaşından sonra Amerikalı askerlerde görülen ve Körfez Sendromu diye adlandırılan psikolojik sorunların, Irak da denendiği iddia edilen moral bozmaya, dikkatsizliği arttırmaya ya da dikkatli olmaya odaklandırılan elektromanyetik silahlardan etkilendiklerine yönelik teoriler ortaya atılmıştır. Elektromanyetik ritmik vuruşlar, kişiye başını elektrikli matkapla oyulduğu hissi uyandırmaktadır. Çok düşük frekanslarda (VLF), iyonlaşmanın olmadığı bir elektromanyetik yayılım ile baş ağrısı, kulakta çınlama, sinirlilik hali, depresif durumlar, hafıza kaybı hatta panik duygusu oluşturulabilmektedir. İyonlaşmanın olduğu yayınımların dış dökülmesine, kan kanserine ve sakat doğumlara neden olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda X ışınları, Radyum gibi iyonlaşmanın olduğu radyasyonlar kanser tedavisinde kanserli hücreleri öldürmek için kullanılır. Bu ışınları uzaktan yönetmek ve yönlendirmek şu an mümkün olmamaktadır.

Electrolaser

Bir electrolaser yıldırım gibi çiçeklenme, saçılma ya da serpilme meydana getirir. Bu yüzden oluşan iletken plazma iyonize parça aşağı güçlü bir elektrik akımı gönderir. Taser gibi sersemletici ya da şok edici silahların yüksek enerji uzun mesafede çalışanı üzerinde araştırmalar devam etmektedir. Elektriği basınçlı hava ile iletir. Mega Volt mertebelerindeki şok gerilim aktaran sersemletici silahlar internet ortamında 100\$ civarında bir fiyatla satılmaktadır.

Parçacık Işın Silahı

Proton, nötron, elektron gibi parçacıklar, yüksek enerjili bir lazerden farklı bir vuruş etkisine sahiptir. Etkisi bir lazer ışınından daha yıkıcı olabilir. Ayrıca böyle bir ışın, kötü hava koşullarından etkilenmez. Onlarca yıldır fizikçiler, temel parçacık hızlandırıcıları tarafından yüksek hızlara ulaştırılan yüklü ya da

yüksüz parçacıkların, yıkıcı boyutlarda enerji taşıyabileceklerinin farkındadırlar. Bazı durumlarda bu parçacıklardan oluşan bir ışın, zırhlı elektronik devrelere zarar verebilir, ya da bir maden parçasını eriterek bir delik açabilir. Yarattıkları etki açısından bu silahlar, düşman füzesine yıldırım darbeleri yağdırmaya benzetilebilir. Enerjiyi hedefe bir mermi veya füze ile ileten patlayıcı bir başlık, burada söz konusu değildir. Bunun yerine, büyük sayıda atom ya da atom altı parçacıkların kinetik enerjisi artırılır ve sonra, toplu halde hedefe yöneltirler. Hedefe ulaşan parçacıkların büyük bölümü, atom içindeki ve atomlar arasındaki boşluklardan geçip giderler. Bu geçiş sırasında hedefteki elektronlara, parçacıkların enerjisinin bir bölümü aktarılır. Bu enerji, sonuçta kendini ısı olarak belli eder. Eğer parçacıkların sağladığı enerji girdisi, hedefin enerji kaybından daha hızlı ise, hedef ya eriyebilir ya da ısınma sonucu çatlayabilir. Bu sayede bir füzenin "derisi" delinebilir, nükleer

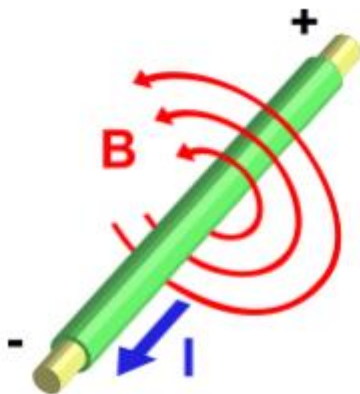
başlıktaki tetiklemeyi sağlayan kimyasal patlayıcı patlayabilir ya da hedefin güdümüyle ilgili elektronik devreler zarar görebilir. Böylece ışın silahları, alışlagelmiş silahlar dan üç önemli açıdan ayrılmaktadırlar: İlk olarak yıkıcı enerjiyi, küresel bir patlama ile her yöne eşit olarak saçacakları yerde, hedef üzerinde belli bir alana odaklarlar. Bu yüzden, görevlerini yapabilmeleri için, doğrudan doğruya hedefi vurmaları gerekmektedir. İkincisi, alışılmış silahlardan farklı olarak, parçacıkları hedefe götüren enerji ile yıkım yaratan enerji aynı enerjidir. Bir füzenin en yüksek hızı, ancak ses hızının birkaç katı olabilirken (1500 m/sn), ışın silahlarının yıkıcı enerjisi ışık hızıyla (300 milyon m/sn) ya da buna yakın bir hızla hareket eder.

Plazma Silahları

Ortamın iletken hale getiren iyonize olmuş gazlardır. Bu tür silahlar hedeflerde ciddi yanıklara hatta ölümlere neden olabilir. Bir elektromanyetik darbe kullanarak elektronik cihazları bozmaya yönelik de olabilir.

Vakumlu ortamda enerji iletimi

Elektrik akımı bir manyetik alan meydana getirir. Bu manyetik alan, akım geçiren teli çevreleyen dairesel alan çizgileridir.



Vakumda elektronlardan ya da iyonlardan meydana gelmiş bir ışın elektrik akımına neden olabilir. Benzer şekilde kıvılcım ve plazmalarda elektrik akımı hareket eden elektronlar ve pozitif ya da negatif yüklü iyonlardan meydana gelir. Yarı iletkenler üzerinde elektrik akımı, elektronların yanı sıra, pozitif yüklü elektron boşlukları (Yarı iletken kristali üzerinde eksik olan değerlik elektronlar) tarafından da taşınır.

Ses Dalgaları

Dalgalar genel olarak, mekanik ve elektromanyetik dalgalar olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Elektromanyetik dalgalar, yayılmak için bir ortama ihtiyaç duymazlar ve boşlukta da yayılabilirler. Mekanik dalgalar ise, enerjilerini aktarabilmek için ortam taneciklerine ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden boşlukta (örneğin uzayda) yayılamazlar. Ses dalgaları mekanik dalgalar

olduklarından yayılmak için maddesel bir ortama ihtiyaç duyarlar. Ses, nesnelerin titreşiminden meydana gelen ve uygun bir ortam içerisinde (hava, su vb.) bir yerden başka bir yere, sıkışma (compressions) ve genleşmeler (rarefactions) şeklinde ilerleyen bir dalgadır. Dolayısıyla ses, bir basınç dalgasıdır. Bir cismin sabit bir nokta etrafında yaptığı ileri – geri gidip gelme hareketine titreşim hareketi denir. Ses kaynakları aldığı çeşitli enerjiler sayesinde titreşim hareketi yapar ve sahip olduğu enerjiyi bulunduğu ortamdaki taneciklere aktararak taneciklerin kinetik enerji kazanmasını sağlar. Kinetik enerji kazanan tanecikler etrafındaki diğer taneciklere çarparak diğer tanecikleri de titreştirir. Sesin yayıldığı ortamdaki taneciklerin titreşim enerjilerini birbirlerine aktarması sonucu ses dalgaları oluşur ve ses dalgaları kinetik enerjinin taşınmasını sağlar.

Bilinmesi gerekenler; sesin yayılması için maddesel ortama ihtiyaç vardır. Boşlukta ses yayılmaz. Ses dalgalar halinde yayılır. Kaynağından çıkan ses maddenin taneciklerini titreştirir. Rüzgar sesi uzaklara taşır, gece ve gündüzün sıcaklık farkları ses dalgalarını etkiler. Ses dalgaları katılarda yaklaşık olarak 5000 m/s hızla yayılır. Suda 1453 m/s hızla yol alır. Havada 340 m/s yol alır.

Madde Adı	Yayılma Hızı (m/s)
Hava	340
Su	1500
Tahta	4700
Demir	5100
Boşluk	yayılmaz

Sesin saklanması en büyük problem, sesin neden olduğu hareketin, mikroskopik harekete, yani ısıya dönüşmesidir. Bir odada konuştuğunuzda, moleküllere verdiğiniz hareket, bir süre sonra odanın ısınmasına neden olacaktır. Yani enerji (kütle) korunuyor, ama hareketin niteliği de değişiyor.

Ses dalgaları 4'e ayrılır;

- Ses ötesi (Infrasound); 20 - 30 hertz ve altındaki ses dalgalarıdır.
- İşitilebilir ses; 20-20 000 hertz arasında olan ses dalgalarıdır.
- Ultra ses (Ultrasound); 20KHz (20.000 hertz) den 15MHz'e kadar olan ses dalgalarıdır.
- Hiper ses(Hypersound): frekansları 15MHz'den yukarı olan ses dalgalarıdır.

Saniyedeki titreşim sayısı 20.000 den fazla olan ses titreşimlerine ultrasonik (ses üstü) ses denir. Ultrasonik ses, günlük hayatta ve teknolojiye kullanılır. Ultrasonik ses insan kulağı tarafından duyulamaz. Kapalı mekânlarda yankı oluşumunun engellenmesi için sesi yalıtan yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır. Sesin yansıma özelliğinden yararlanılarak maden yataklarının yeri belirlenebilir, deprem fayları belirlenebilir, deniz derinliği ölçülebilir. Ses dalgaları kullanarak sudaki cisimlerin yerini ve derinliğini ayrıca denizlerin derinliklerini

ölçmek için kullanılan cihaza sonar denir. Sonar cihazı ses dalgalarını gönderir ve ses dalgaları engele çarpıp yansiyarak tekrar cihaza ulaşır. Ses dalgalarının gönderildikten sonra tekrar geri gelmesi süresi hesaplanarak uzaklık ölçülebilir.

İnsan kulağı çok düşük ve çok yüksek şiddette sesleri duyabilme yeteneğine sahiptir. İnsan kulağının algılayabileceği en düşük ses şiddeti, 'eşik şiddet' olarak bilinir. Kulağa zarar vermeden işitilebilen en yüksek sesin şiddeti ise, eşik şiddetinin yaklaşık 1 milyon katı kadardır. İnsan kulağının şiddet algı aralığı bu kadar geniş olduğundan, ses şiddet ölçümü için kullanılan ölçek de 10'un katları, yani logaritmik olarak düzenlenmiştir. Buna 'desibel ölçeği' adı verilmektedir. Sıfır desibel mutlak sessizliği değil; işitilemeyecek kadar düşük ses şiddetini ortalama $1.1 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$ gösterir.

Bazı ses kaynakları ve bunların ürettiği seslerin desibel olarak şiddetleri aşağıdaki tabloda verilmiştir;

Kaynak	Şiddet	dB	Eşik değerin katları
Eşik şiddeti	1.10^{-12} W/m^2	0	10^0
Yaprak hışırtısı	1.10^{-11} W/m^2	10	10^1
Fısıltı	1.10^{-10} W/m^2	20	10^2
Normal konuşma	1.10^{-6} W/m^2	60	10^6
Caddedeki yoğun trafik	1.10^{-5} W/m^2	70	10^7
Elektrik süpürgesi	1.10^{-4} W/m^2	80	10^8
Büyük orkestra	$6,3.10^{-3} \text{ W/m}^2$	98	$10^{9.8}$
Walkmenin en yüksek sesi	1.10^{-2} W/m^2	100	10^{10}
Rock konserinin ön sırası	1.10^{-1} W/m^2	110	10^{11}
Jet uçağının kalkışı	1.10^2 W/m^2	140	10^{14}
Kulak zarı hasarı	1.10^4 W/m^2	160	10^{16}

Canlıları öldürmeyen, onlara acı veren bir sonik silah nedir? Bu silah nasıl tasarlanır, nerelerde kullanılır? Bu silah toplumsal gösterilerde ve ayaklanmalarda kullanılabilir. Silah, tek bir doğrultuda giden ses frekansları yayabildiği için, masum insanlara zarar vermeden sadece şüphelilerde ya da olay çıkaran göstericilerde dayanılmaz bir ağrı indüklemek mümkün olabilir. Ultrasonik silahla kapalı bir mekanda ateş edildiğinde duvarlara ya da sert yüzeylere çarpan ses dalgalarının, bir mermi gibi sekerek farklı yönlere gidebildiği gözlenmiştir. Ses silahının mağaralarda, teröristleri dışarı çıkmaya zorlamak amacıyla da kullanılabileceği belirtiliyor.

Ultra ses dalgaları ile insanları uzaktan belirli davranışlara yönlendirmek mümkün mü? Ultra ses, insan kulağının işitemeyeceği kadar yüksek frekanslı akustik bir dalgadır. Ultra ses üretiminde piezoelektrik olaylardan yararlanır. Piezoelektrik, üzerine mekanik bir basınç

uygulandığında bazı kristal ve seramik malzemelerin elektriksel gerilim oluşturmalarıdır. Aynı malzemelere elektriksel işaret uygulandığında ise genişleyip daralarak titreşir ve ultra ses dalgaları oluşturur. Günümüzde ultra ses ile çalışan sistemler;

1. Kemirici hayvanların uzaklaştırılmasında,
2. Derinlik ölçümlerinde, sonar ve radar olarak hedef tayinlerinde,
3. Metal ve plastik kaynak yapımında,
4. Diğer tanı sistemlerine göre yumuşak dokuları da görüntülenmesinde
5. İyonize edici etkisinin olmayışı gibi özellikleri nedeniyle görüntülemeye,
6. Fizyoterapi uygulamalarında,
7. Cerrahide,
8. Hipertermi etkisi ile kanserli hücrelerin yok edilmesinde,
9. Kemiklerin kaynamasında,
10. Dişçilikte oyuk açımında,
11. Gözde katarakt tedavisinde,
12. Böbrek taşlarının parçalanmasında,
13. Kan akımının ölçülmesi gibi tedavi amaçlı kullanılmaktadır.

Long Range Acoustic Device (LRAD) [7,8], Uzun Menzilli Akustik Cihazı öldürücü olmayan uzak mesafelere ağır indükleyici tonları gönderir. LRAD havaalanı pistleri, rüzgar ve güneş çiftlikleri, nükleer enerji tesisleri, madencilik ve tarım faaliyetleri ve diğer sanayi tesisleri, aynı zamanda yaban hayatı koruma alanlarına izinsiz girişleri caydırmak için kullanılır. Denizde korsan baskınlarını önlemek için kullanılmaktadır. 165 dB ses şiddetinde sürekli ses dalgası üretmektedir. Hava alanı pistlerinden kuşları uzaklaştırmak amacı ile bu cihazlar kullanılmaktadır [8].

İşitilebilen ses dalgaları, ultra ses dalgalarına dönüştürüldükten sonra insanlara yönlendirildiğinde onların hipnoz edebildiği, bu yöntemle hipnoz edilen insanlarda ani ateş, ağrı, uykusuzluk ya da aniden uykuya dalma etkileri gözlemlendiği ve hatta hipnoz edilen insanların bazı komutları emir olarak algıladıkları da ileri sürülmektedir.

Infrasound – Ses Ötesi; insanlar tarafında işitilmeyen frekansların (0 Hz - 20Hz) aralığındaki sınırdır. Ses ötesi algılamada ses basıncı yeterince yüksek olmalıdır, frekans azaldıkça giderek daha az duyarlı hale gelir. Kulak ötesi algılamada birincil organ kulaktır, ancak yüksek seviyelerde ses ötesi titreşimleri, vücudun çeşitli yerlerinde hissetmek mümkündür. Deprem, Toprak altındaki kaya ve petrol oluşumlarını izlemek için kullanılır. Kalp mekaniği çalışmasında da ses ötesi tekniklerinden yararlanılır.

6.2. Elektromanyetik saldırı

Nikola Tesla (1856, 1943, New York). Sırp asıllı mucit, elektrik ve makine mühendisidir. Alternatif akım ile çalışan sistemlerin ilk mucididir. Yüksek gerilim ve yüksek frekanslı elektrik iletimi konusundaki araştırmalar, Nicola Tesla'yı Colorado Springs yakınlarındaki bir dağın üzerine dünyanın en güçlü radyo vericisini kurup çalıştırmaya yöneltti. 60 metrelik direğin etrafında, 22,5 metre çapında, hava çekirdekli transformatörü yaptı. İç kısımdaki sekonder 100 sarımlı ve 3 metre çapındaydı. Üreticisi, istasyondan birkaç mil uzaklıkta bulunan enerjiyi kullanırken, Nicola Tesla ilk insan yapımı şimşegi oluşturdu. Bir direğin tepesindeki 1 metre çaplı bakır küreden, 30 metre uzunluğunda, kulakları sağır eden şimşekler çıktı. TESLA yapay depremler yapabilecek, ölüm ışınından ve kimsenin geçemeyeceği manyetik bir kalkandan bahsetti, hatta dünyayı bir elma gibi ikiye bölebilecek güçte silahlar yapılabileceğini söyledi. Elektromanyetik silah fikri böylece ortaya çıkmış oldu.

Elektromanyetik darbeleri atış etkisi ilk olarak havada patlatılan nükleer silahların denenmesi sırasında gözlemlendi. Bu enerji darbesi etki alanında bir elektromanyetik alan oluşturdu ve bu alana maruz kalan iletkenlerde ve elektronik cihazlarda kısa süreli ama binlerce voltluk bir gerilim oluşturdu. Bu darbeleri atış özellikle elektronik ekipmanlarda geri dönüşü olmayan hasarlara da sebep olabilecek yeterlilikte olabileceği gözlemlendi.

Tesla Kalkanı özellikle kritik tesislerin (nükleer santraller, barajlar, silah fabrikaları, silah depoları, rafineriler...) korunmasında kullanmak üzere çalışmalar devam etmektedir. Bu teknolojiler ile ilgili diğer çalışmalar ise ozon tabakasındaki deliğin kapatılması, zayıflamak isteyenlere içgüdüsel olarak telkinde bulunulmak (zihin kontrol), Şiddetli fırtınaları önlemek gibi pek çok alanda devam etmektedir.

Elektromanyetik savunma sistemleri saldırı, görüntüleme, gözetleme, korunma bölümlerinden oluşmaktadır.

Karşı tarafın savaşma gücünü yok eden, azaltan ya da etkisiz hale getiren yüksek güçte elektromanyetik enerji yayını, elektromanyetik saldırının bir parçasıdır. Nükleer silah kullanılmadan elektromanyetik darbe atışı yapan sistemlerde, bir anten üzerinden yönlendirilen yüksek güçlü EM dalgalar hedef ile etkileşime girmesi için frekans karakteristiklerinin elde edildiği EM darbe atış kaynağı ile anten arasına, mikrodalga jeneratörleri ve, veya dalga biçimlendirme devreleri eklenir. Diğer saldırı sistemleri lazer, alev alan tuzaklar ve radyo kontrollü patlayıcılar olarak sıralanır.

Elektromanyetik enerji, belirli bir kayıpla olsa da toprak altı, duvar arkası, katlar arası, engellerin ardı gibi kapalı alanlara da nüfuz edebilmekte; eş-zamanlı olarak çok sayıda hedefi etkisi altına alabilmektedir. HPEM kaynakları telefon ve enerji hatları, anten kuleleri, gömülü borular ve tesis topraklama sistemleri gibi yapılara da sızabilir. İletkenler arası ark

oluşturabilir, elektronik devre elemanlarına geçici ya da kalıcı hasarlar verebilir. Ayrıca, yapı hiç yalıtılmamış ya da yeterince iyi yalıtılmamışsa HPEM cihazlar arasındaki kabloları da indükleyebilir. Elektromanyetik dalgaların enerji hatları iletken yüzeyler ile de dalga boyuna bağlı olarak etkileşime girerek, istem dışı açıklıklar, yarıklar ve/veya metal olmayan bağlantı yerlerinden cihaza ve onu oluşturan birimlerine nüfuz ederek, hedefe ve bileşenlerine zarar verecek yüksek seviyeli yüksek gerilimleri indükleyebilmektedir.

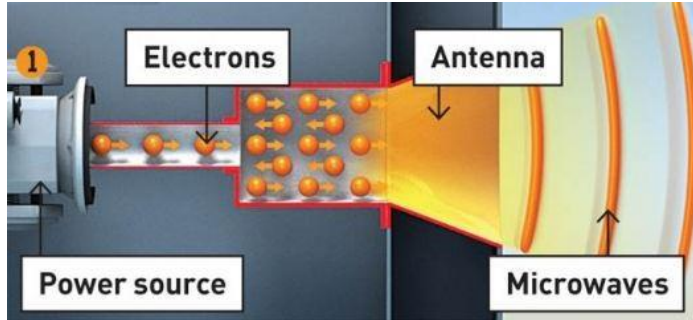
Elektromanyetik darbe (EMP) etkisi, ilk defa yüksek irtifa hava bombası ile nükleer silahların test edilmesi sırasında gözlenmiştir. Etki çok kısa (yüzlerce nanosaniye) fakat yoğun elektromanyetik darbenin, kaynağından uzaklaşıp gittikçe azalan şiddetle yayılması ile karakterize edilir. Elektromanyetik darbe aslında bir elektromanyetik şok dalgasıdır. Bu enerji darbesi, özellikle de patlaması sırasında güçlü bir elektromanyetik alan üretir. Açıkta bırakılan elektrik iletkenleri (teller gibi) veya baskılı devre kartlarındaki iletken izler üzerinde, maruz kaldığı yerde binlerce Volt olan kısa ömürlü geçici gerilimler üretmek için yeterince güçlü olabilir.

EMP sonuçlarının askeri öneme sahip olması, özellikle bilgisayarlar, radyo ya da radar alıcıları gibi çok çeşitli elektrikli ve elektronik ekipmana geri döndürülemez bir şekilde zarar verebileceği yönündedir. Üretilen alanın yoğunluğuna bağlı olarak, ekipman geri döndürülemez bir şekilde hasar görebilir veya elektriksel olarak yok edilebilir. Meydana gelen hasar yıldırım çarpmalarına maruz kalındığında yaşanan hasardan farklı değildir ve ekipmanın tamamen ya da en azından önemli bölümlerinin değiştirilmesini gerektirebilir.

Ticari bilgisayar ekipmanı, özellikle yüksek gerilim geçişlerine maruz kalmaya çok hassas olan yüksek yoğunluklu Metal Oksit Yarı iletken (MOS) devre elemanlarından oluştuğu için, EMP etkilerine açıktır. MOS devreleri için önem taşıyan şey, kalıcı olarak onları sarmak veya yok etmek için çok az enerjiye ihtiyaç duyulması, ondalık voltajı aşan herhangi bir voltajın, elemanı etkin bir şekilde yok eden kapak parçalanması olarak adlandırılan bir etki yaratmasıdır. Darbe, termal hasar verecek kadar güçlü değilse bile, ekipmanın güç kaynağı, yıkıcı işlemi tamamlamak için kolayca yeterli enerji tedarik edecektir. Hasarlı aygıtlar hala çalışabilir, ancak güvenilirlikleri ciddi şekilde bozulacaktır. Ekipman şasisine göre ekranlama elektroniği, sadece sınırlı korumayı sağlar; ekipmanın içine ve dışına çıkan kablolar, aslında anten gibi davranır, bu da aslında yüksek voltaj geçişlerini cihaza yönlendirir.

HPEM üretimine yoğun göreceli elektron ışını teknolojisinin muazzam güç ve enerji depoları kullanılır. Bu nedenle, klasik mikrodalga elektroniğindeki minyatürlüğe doğru eğilime ters düşüyor. Çünkü katı hal aygıtları kendi zirve güç kapasitesini sınırlıyor.

II. Dünya Savaşı'ndan bu yana, radar sistemlerinin önemli bir parçası haline gelen magnetron veya radyo dalgası üreticileri geliştirildi. Son yıllarda, önceki teknolojilere göre beş kat daha fazla radyo enerjisi üreten galyum nitridin kullanımına öncülük edilmektedir.



Yüksek güç yayan elektromanyetik enerji kaynağı oluşturmak için, Megawatt ve ötesinde Gigawatt mertebelerinde hareket halinde elektrik üreten enerji kaynaklarına ihtiyaç bulunmaktadır. Yüksek güçteki elektrik enerjisinden elektromanyetik enerji elde edebilmek için plazmatik ortamda elektron akışı sağlanmalıdır. Yüksek güçlü elektromanyetik enerji kaynakları elde edilirken, yüksek çıkış darbe gücünden elektrovakum cihazları kullanılmaktadır. GHz bandında çalışan ve çok yüksek çıkış güçlerini sağlayan güç yükseltisinde katottan yollanan ve anoda doğru hızlanan elektronlar, akış yolunda kollektöre doğru hızlanır ve yavaşlar. Böylece giriş salınımı ritmine uygun olarak tekrarlanan bir elektron ışıma paketi ortaya çıkar. Bu yüksek frekanslı salınım, giriş sinyaline göre oldukça yükselmiş bir elektromanyetik çıkış gücü sağlar. Elektron hızlandırıcı mikrodalga sistemleri ile megawatt gücündeki enerjiden gigawatt gücündeki mikrodalga enerjiye, gigawatt gücündeki enerji kaynağından ise terawatt gücündeki mikrodalga enerjiye dönüşüm sağlanabilmektedir. Bu mikrodalga enerji, yönlü anten sistemleri üzerinden ile hedefe odaklandığında muazzam bir yok edici enerji ortaya çıkmaktadır.

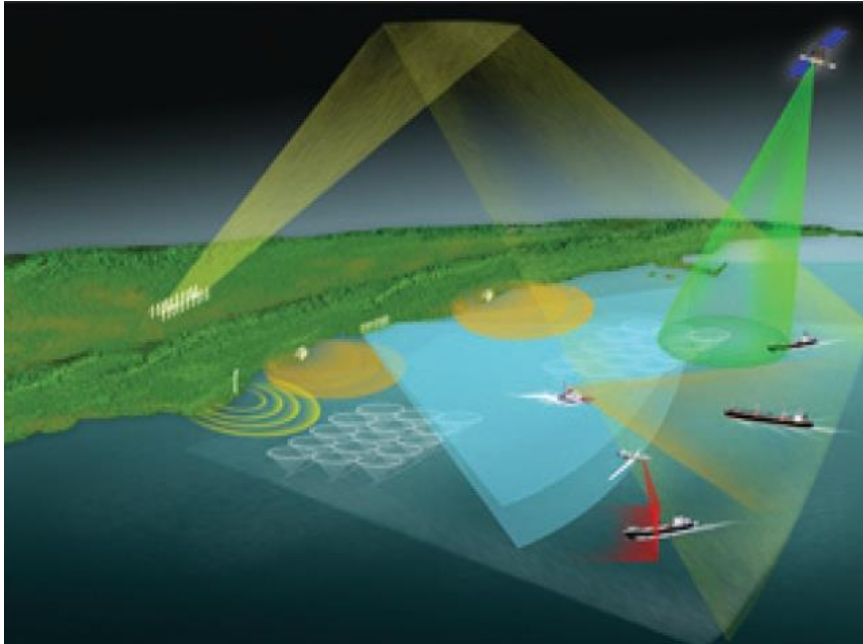
HPEM sistemlerinin tarihsel gelişiminden bu yana konvansiyonel EM dalga üretmede Magnetron, Vircator, TWT benzeri modüller kullanılmaktadır. Çok geniş band elektromanyetik enerji kaynağı üretiminde Marx jeneratörünün çıkışında oluşan ani yüksek voltaj darbesi anlık akım darbesine dönüştürülmekte ve sonucunda ortaya çıkan EM dalga antenden yayınlanması sağlanmaktadır. Dar band HPEM kaynakları olarak magnetron, MILO, reltron ve vircator olarak sıralanır. Günümüzde üretilen Klystron gibi 100 MW'ı aşan konvansiyonel mikrodalga cihazları 15 GW'a kadar olan güçlere ulaştı. HPEM'lerde pik gücünde 100 MW'u aşan cihazlar 1 ile 300 GHz frekans aralıklarını kapsayan cihazlar kullanılmaktadır.

Elektromanyetik darbeli atış etkisi ilk olarak havada patlatılan nükleer silahların denenmesi sırasında gözlemlendi. Elektromanyetik alana maruz kalan iletkenlerde ve elektronik cihazlarda kısa süreli ama binlerce voltluk bir gerilim oluştu. Elektromanyetik darbeli atışın

özellikle elektronik ekipmanlarda geri dönüşü olmayan hasarlara sebep olabileceği gözlemlendi. Tesla Kalkanı olarak adlandırılan bu konudaki çalışmalar özellikle kritik tesislerin (nükleer santraller, barajlar, silah fabrikaları, silah depoları, rafineriler...) korunmasında kullanmak üzere devam etmektedir. Bu teknolojiler ile ilgili diğer çalışmalar ise ozon tabakasındaki deliğin kapatılması, zayıflamak isteyenlere içgüdüsel olarak telkinde bulunulmak (zihin kontrol), şiddetli fırtınaları önlemek gibi pek çok alanda devam etmektedir.

Elektromanyetik savaş elektromanyetik spektrum veya yönlendirilmiş manyetik enerjinin düşmana saldırma veya düşman saldırılarını engelleme amaçlı kullanılmasıdır. Elektromanyetik savaşın amacı karşı tarafın EM spektrumuna erişimini engellemek ve karşı tarafın EM spektrumunu çökertmektir. Elektromanyetik savaş taktikleri denizden karadan ve uzaydan insanlı veya insansız sistemler aracılığı ile iletişimi, radarları ya da diğer tehditleri hedef alabilir. Elektromanyetik savaş 3 bölümden oluşur; EM Gözetleme, EM saldırı ve EM koruma.

Elektromanyetik Gözetleme, EM kaynakların yayınım yönü ve yerlerinin belirlenmesi, tehditlerin tanımı, hedefleri, planlama ve oluşacak çatışma temas durumunu hakkında istihbarata yönelik bilgi edinilmesidir. İstihbarata yönelik ortamdaki EM spektrum yoğunlaşması ve frekansa bağlı olarak elde edilen işaretlerin işlenmesi, analizi. Pasif Radar sistemleri ile EM kaynakların konumları ve yaydıkları gücün uzaktan yapılan EM alan ölçümleri ile belirlenmesi.



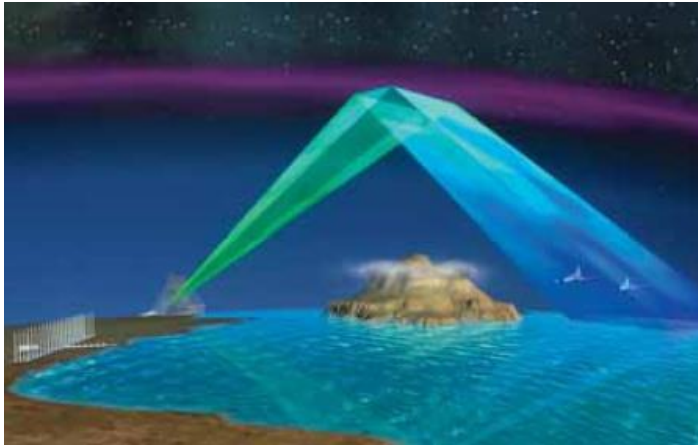
Aktif elektronik elemanların (Yarı İletken Teknolojileri – Non Linear Junction Detector) akım fonksiyonlarından kaynaklanan yayınımlardan elektronik sistemlerin konumlarının belirlenmesi. Transistör, diyod, entegre devreler ve metalik kavşak akımları çok sayıda

frekansların 3.harmoniklerinde işaretleri ortama yayar. Doğrusal Olmayan Kavşak Akımı Bulma Dedektörü toprak, duvar gibi zeminlere gizlenmiş çeşitli elektronik cihazları algılar.



İyonosferden Takip

İyonosferden yansıyan dalgalar kullanılarak 2.000 km gibi geniş kıyı şeridinde gemileri ve uçakların konumlarını, rotalarını ve hızlarını belirleyecek. Tüm hava koşullarında ve tüm yüksekliklerdeki uçaklar izlenecektir. Uzunlukları 30m den büyük olan gemiler muntazaman izlenecektir.



Uzaydan Takip ve Gözetleme Sistemi (Space Tracking and Surveillance System - STSS) ABD Füze Savunma Ajansının Balistik Füze Savunma projesidir. Alçak yörüngeye yerleştirilecek uydular ile yer radarlarının konumları ve balistik füzelerin konumları tespit edecek. Füze hedefine doğru ilerlerken rotasını izleyerek erken uyarıda bulunacaktır. Uydular atmosferden yere indirilebilecek ve konumları değiştirilebilecektir.

Erken uyarı pasif radarı yer yüzeyinin üstündeki tüm uzayı belirli bir ışıma açıklığında gözlem yapacaktır. Füze erken uyarısında bulunduğu füze savunma sistemi devreye girecektir. Füze algılama, doğrulama ve tehdit olup olmadığı sınıflandırılacaktır. Erken uyarı radarı

balistik füze savunma sisteminin bir parçası olarak görev yapacaktır. Patriot ve denizden fırlatmalı füze savunma sistemleri ile yüksek mertebelerde tehdit olarak algılanan ve doğrulanan füzelere müdahale edilecektir.

Elektromanyetik silahların hedefleri insanları, elektronik devreye sahip cihazları, askeri tesisleri geçici olarak devre dışı bırakmak ya da kalıcı ağır hasar vermektir. Amaç elektrik, ısı veya mekanik enerjiyi boşlukta transfer etmek amacı ile güçlü enerji kaynağına sahip, elektromanyetik dalgaların yönlendirilmesidir. Karşı tarafın savaşma gücünü yok eden, azaltan ya da etkisiz hale getiren elektromanyetik enerji yayınıdır. Havadaki iletişimin kesilmesi (communications jamming), Jammer elektromanyetik korunmanın bir parçası değildir, elektromanyetik saldırının bir parçasıdır.

Elektromanyetik darbe atış nükleer silah kullanmadan üretilen ve elektromanyetik darbe atışı yapan sistemlerdir. Bir tek loop antene boşalan düşük endüktanslı çok büyük kondansatör bankından ve mikrodalga jeneratöründen bir dizi büyük cihazlardan oluşur. Hedef ile etkileşime girerek bağlantı kuracak gerekli frekans karakteristikleri elde etmek için EM darbe atış kaynağı ile anten arasına, mikrodalga jeneratörleri ve veya dalga biçimlendirme devreleri eklenir. Yüksek enerji darbe atışlarının mikrodalga dönüşümü için uygun vakum tüpüne vircator denir. 2003 Irak'ın işgali sırasında, ABD silahlı kuvvetlerinin Irak hedeflerine yönelik nükleer olmayan elektromanyetik darbe atışlı Tomahawk füze kullandıklarına yönelik söylentiler çıktı. Kanıt olarak elektrik jeneratör tesislerde fiziksel hasar oluşmadığı halde Bağdat üzerinde kulakları sağır eden şimşekler çıktığının görülmüştür.

Patlayıcı düzeneklerinin tespit edilmelerinde tespit teknolojileri, etkisiz hale getirilmelerinde ise **Yüksek Güçlü Elektromanyetik Dalgalar** - HPEM (High Power Electro-Magnetics) kullanılmaktadır. Yüksek Güçlü Elektromanyetik Dalgalar tek darbe veya bir dizi darbe aracılığı ile belirlenen süre boyunca, yüksek güçlü ısıma yapmak üzere tasarlanmışlardır. HPEM kaynakları tarafından üretilen elektromanyetik enerji, hedef alınan elektronik teçhizatın çalışmasını engeller, hatalı çalışmaya sevk eder ya da hasara uğratarak çalışamaz hale getirir. HPEM ışıması altında hedef üzerinde gözlenen etki, enterferanstan, kalıcı hasara kadar çeşitli seviyelerde değişebilmektedir. Radyo Frekans (RF) enerji, belirli bir kayıpla da olsa kapalı alanlara da (toprak altına, duvarların arkasına, katlar arası, engellerin ardına vb.) nüfuz edebilmekte; eş-zamanlı olarak çok sayıda hedefi etkisi altına alabilmektedir. Elektromanyetik dalgaların enerji hatları, anten, kablo gibi olası iletken yüzeyler ile dalga boyuna bağlı olarak etkileşime girerek, istem dışı açıklıklar, yarıklar ve/veya metal olmayan bağlantı yerlerinden cihaza ve onu oluşturan birimlerine nüfuz ederek, hedefe ve bileşenlerine zarar verecek yüksek seviyeli yüksek gerilimleri indükleyebilmektedir. Yönlendirilmiş elektromanyetik enerji ile korumasız elektroniği yok edebilirsiniz. Metal içermeyen elektronik sistemleri tahrip eder, hasara uğratar ya da devre dışı bırakır. Siviller

kendi başlarına yapıp test edecekleri; güç kaynağı, mikrodalga jeneratör ve antenden oluşan bir mikrodalga silahının bileşenleri hazır ve piyasada satılmaktadır.

Radar denklemleri kullanılarak ışıma yapan elektrik alan şiddetinin değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır. Marx jeneratörü 200kV (yaklaşık 800MW) güce sahip, 50 ohm yük direnci ve 10dBi anten kazancı var ise 1m uzağa transfer edilecek elektrik alan şiddetinin değeri 490 KV/m dir. Burada 377 ohm serbest uzayın karakteristik empedansıdır.

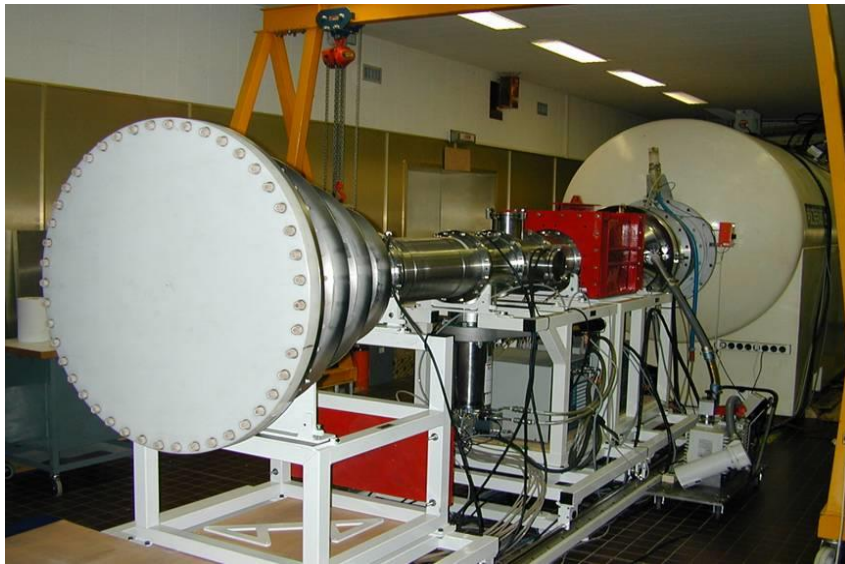
$$E = \sqrt{120 \pi P_d} = 19.4 \sqrt{P_d} = \frac{5.48}{R} \sqrt{P_t G_t L_t} \quad V/m.$$

$$P_d = \frac{P_t G_t L_t}{4 \pi R^2} \quad W/m^2$$

Yönlendirilmiş Mikrodalga Kaynağı

Radyo frekansı / Mikrodalga silahların insana yeterince zarar verecek güçte olması mümkündür.

Ölümcül olmayan, yönlendirilmiş enerji silahı olarak tarif edebileceğimiz Aktif Reddetme Sistemi (ARS) Amerikan ordusu tarafından kalabalıkların kontrolü ve toplumsal olaylara etkin bir şekilde müdahale edebilmek için geliştirilen yeni bir teknolojidir. ARS güçlü bir milimetrik dalga ileticisidir ve kalabalıkların kontrolünde son derece etkilidir. Bu alet konuşma dilinde “Acı Işını” olarak ta adlandırılmaktadır. Raytheon adlı şirket bu ürünün yakın mesafede etkili olan türünün pazarlanmasını yapmaktadır.



Aktif Denial Sistemi, hedef insanın derisindeki suyu ısıtan ve dayanılmaz acıya neden olan bir mikrodalga kaynağıdır. Iraktaki isyan kontrolü için Raytheon firmasında çalışan araştırmacılar tarafından New Mexico daki Birleşik Devletler Hava Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarında geliştirilmiştir.

Şiddetli ağrıya sebep olmanın dışında hiçbir kalıcı hasar bırakmaması amaçlanmasına rağmen geri dönüşümsüz hasarlara neden olabileceği ileri sürülmeye başlanılmıştır. Mikrodalga ışınına maruz kalanların uzun vadeli yan etkileri için henüz yeterli testler yapılmamıştır. İsyanları bastırmada, çetelere yönelik operasyonlarda, anarşik olaylarda, rehineleri kurtarmada kullanılması planlanmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri, Kanada Hükümeti ile işbirliği içinde geliştirdikleri bir mikrodalga silahı istekli bir asker üzerinde test edilirken Amerikan ve Kanada televizyonlarında gösterilmiştir.

İnsanlar zarar için yeterince güçlü Mikrodalga silahlar mümkündür:

- Active Denial System hedef deride su ısıtan bir milimetre dalga kaynağı ve böylece incapacitating ağrı neden olur. ABD [der Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarı ediliyor Hava Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarı] ve isyan kontrol görevi için Raytheon. Rağmen herhangi bir kalıcı hasar bırakarak şiddetli ağrıya neden amaçlanan sistem gözlere geri dönüşümsüz hasara neden olabilir mi gibi, bazı endişeler dile olmuştur. Mikrodalga ışının maruz kalmanın uzun vadeli yan etkileri için test henüz yok sahiptir. Ayrıca ekransız elektronik yok edebilir. cihaz bir humvee bağlı olmak üzere çeşitli boyutlarda gelir.
- **Vigilant Eagle** Uyanık Kartal yüksek frekanslı mikrodalga vericisidir. Uçağa yönelen silahları bulan bir havaalanı savunma sistemidir. Füze tespit ve izleme alt sistemidir. Missile-detecting and tracking subsystem (MDT), komuta ve kontrol sistemi ve bir dizi tarama sisteminden oluşur. MDT, sabit ızgara pasif kızılötesi (IR) kameraların karışımıdır. Komuta ve kontrol sistemi, füze fırlatma noktasını belirler. Hedefin uçaktan saptırılması, karadan-havaya füze bozucu sistemleri ve mikrodalga vericilerden oluşur.
- Bofors HPM Blackout, değerlendirme, araştırma ve mikrodalga etkileri ve / veya koruma için bir karar verme aracı olarak için uygun, çok yönlü ve kompakt tek başına Yüksek Güçlü Mikrodalga sistemi. Bu sistem sayesinde gerçekçi bir bakış açısı, taktik adaptasyon açısından ve üretilen mikrodalga radyasyon seviyesi ile mümkündür. Bofors HPM Blackout karşı hatırı sayılır bir mesafe COTS ekipman geniş bir alanda yıkıcı etkileri kanıtlanmıştır.
- Pulse Enerji Mermi veya KEP sistemleri hedef plazma genişleyen hızla yaratan bir kızılötesi lazer darbe yayarlar. Ortaya çıkan ses, şok ve elektromanyetik dalgalar hedef ve neden ağrı ve geçici felç dondurur. Silah geliştirilme aşamasında ve bir kalabalık kontrol öldürücü olmayan silah olarak tasarlanmıştır.

Yüksek Güçlü Elektromanyetik Fırlatıcılar

Elektromanyetik silah fırlatıcıları bir kumanda devresi, ivmelendirici sargılar, bu sargıları besleyen güç katından oluşur ve cisimlerin fırlatılmasını sağlar. Elektromanyetik fırlatıcılar ile ilgili çalışmalar, 1980'lerden beri başta ABD olmak üzere birçok ülkede devam etmektedir.

ABD Ordusu ve ileri Savunma Araştırma Projeleri Ajansı (DARPA) tarafından gerçekleştirilen ilk başarılı çalışmaların ardından, ABD'nin çalışmaları manyetik olarak kaldırılan trenleri içeren manyetik tahrik, elektromanyetik mancınıklar kullanılarak uçakların fırlatılması, metallerin uzaya fırlatılması, küçük mermilerin aşırı yüksek hızlarda fırlatılması, füzyon reaktörleri için yakıt elde etmek amacı ile eritilerek elde edilen ufak topların hızlandırılması vb. birçok konuda yaygınlaşmıştır. Elektromanyetik Fırlatıcı Çeşitlerini Raylı elektromanyetik fırlatıcılar, Sargılı elektromanyetik fırlatıcılar, Karma elektromanyetik fırlatıcılar ve Doğrusal hareketli fırlatıcılar olarak sıralayabiliriz.

Elektromanyetik Koruma ve Kalkan

Elektromanyetik Koruma, mücadele yeteneğini yok etmek, nötralize veya küçük düşürmek için EM spektrumu kullanan düşmanın etkilerinden personeli, tesisleri korumak amacıyla alınmış EM koruyucu karşı koyma olarak bilinen önlemlerdir.



Uyanık Eagle sistemi havalimanına inişe geçmek için yaklaşan veya iniş yapan uçaklara ateş etmeye çalışan roketlere doğru yönlendirilmiş elektromanyetik ışıma yapan hava limanı savunma sistemidir.

Sistem üç ana bileşenden;

- Füze tespit ve izleme alt sistemi (Missile Detecting and Tracking subsystem - MDT),
- Komuta kontrol sistemi ve tarama dizisi,
- MDT pasif kızılötesi (IR) kameralardan oluşur.

Komuta kontrol sistemi eylem için yerleşmeye çalışan teröristlerin konumlarını belirler, tarama dizi kullanarak, yüzeyden-havaya füze yönlendirme sistemlerine frekans karıştırarak füzeleri uçaktan uzağa yönlendirir.

EM Kalkan, Çadırlar, Faraday kafesleri gibi dışarıdan içeriye, içeriden dışarıya elektromanyetik erişimi engellemek amaçlı kullanılan sistemlerdir. Elektronik cihazların enerji ve ara bağlaşım kabloları üzerinden EM erişimin engellenmesidir. Elektronik cihazlarda lineer olmayan aktif devre elemanlarının neden olduğu osilasyonun neden olduğu yayılımı engellemektir.

6.3. Radyo Teleskopları – Uzaydan Gelen Sinyaller

Radyo teleskopları uzaydan yayılan sinyalleri toplar. Bunlar yıldızlarda ve güneşten gelen sinyallerdir.

Uzaydan sinyal alma konusu, yeni bir olay değildir. 1899 yılında Thomas Edison'dan sonra zamanının en büyük dahisi sayılan Nikola Tesla, bir gün, J. P. Morgan adlı bir milyoner tarafından kendisi için özel olarak yaptırılmış laboratuvarında çalışırken, garip bir elektrik hareketinin farkına vardı. Bu hareketin doğal bir kaynaktan gelemeyeceğini düşündü. «Neden bir gezegenin, başka bir gezegene yolladığı mesajları duyan ilk kişi olmayayım?» dedi kendi kendine. Bir rapor yayınladı ve bu, büyük heyecan yarattı. Ama resmî makamlar, gerekli ilgiyi göstermediler. Bunun sonucu, konu unutuldu, gitti.

21 Mayıs 1902 tarihli Washington Evening Star Gazetesi, Aralık 1901 de Markoni tarafından uzaya V ve S harflerinin yollandığını haber vermişti. 28 Ağustos 1924 tarihli New York Times Gazetesi'nde «Amherst Koleji Astroloji Profesörü Dr. David Todd»un 22-23 Ağustos gecesi uzaydan mors alfabesindeki V ve S harflerini aldığını yazmıştı. 1927 de uzun süren radyo sinyalleri kaydedilmişti. Ay yönünden garip sinyaller geliyordu, Oslo'dan gelen raporlara göre, İngiliz Gezegenler arası Cemiyet üyesi Duncan Lunan, sinyallerin Boötis Takımyıldızından geldiğini kabul etmişti.

Radyo Teleskopun bulunuşu bir tesadüfe bağlıdır. Amerikalı mühendis Kari C. Jansky, 1931 yılında New Jersey'deki bir çiftliğe radyo yayınlarında görülen çıtırtı, tıslama gibi parazitlerin statik nedenlerini incelemek üzere eski bir Ford otomobilin aksamı üzerine atlıkarıncayı andıran bir telsiz anteni yerleştirmiş ve bununla ilk kez, uzaydan gelen bazı radyo dalgaları kaydedilmişti. Ilionist'li Grote Reber bu aracı geliştirdi ve bahçesine ilk radyo teleskopu yerleştirdi. Bu araç 900 cm çapında idi ve 2m ye kadar boyu olan radyo dalgalarını alabilecek güçteydi. Böylece radyo sinyallerinin, yıldızların sık olduğu Samanyolu'nda daha güçlü olduğu fark edildi.

II.Dünya savaşı sırasında Hollandalı Van de Hust, bu radyo sinyallerinin yıldızlararası uzaydaki yoğunluğu az olan hidrojen bulutlarından gelebileceğini önerdi. Bu öneri, 1948 de Bolton ve Stanley (Avusturyalı), Ryle ve Smith (İngiliz) tarafından doğrulandı. Radyo dalgaları, uzayda belirli kaynaklardan geliyordu. Bunlardan bir Cygnus, diğeri Cassiopeia

Takımyıldızlarıydı. 1951 yılında, Amerika, Avustralya ve Hollanda'daki astronomlar, Samanyolu'ndaki hidrojen bulutlarından zayıf sinyaller aldılar.

1956 da Amerika'daki Ohio Gözlemevi görevlilerinden Dr. John Krauss, Venüs'te bir radyo istasyonu olduğunu iddia etti. Gerçek payı ne kadar olduğu bilinmemekle birlikte, aksi de ispatlanamamıştır.

Uzak bir gezegende hayat fikri, uzun zaman herkesin kafasını kurcalamaya devam etti. 1960 yılında Dr. Frank Drake adlı genç bir radyo astronom, gerçek sinyallerin alınması, amacıyla, dev teleskopların kurulmasını önerdi.

Radyo astronomi, yeni kurulmuş ve pek gelişmemiş bir bilim dalıydı. Radyo teleskopların yapımı son derece pahalı olmasına karşın, 1960'lar, uzay konusunda önemli adımların atıldığı sıralara rastladığından, önerisi kabul edildi. Dr. Drake'nin projesine «Ozma» adı verildi. Bu, hayali bir ülkenin prensesi, «OZ» un adına dayanılarak verilmişti... Bu ülkenin çok güzel ve ulaşılması olanaksız bir yer olduğu düşünülüyordu. Projenin uygulanışının ikinci gününde, yani 9 Nisan 1980 günü, Dr. Drake ve arkadaşları teleskoplarını «Epsilon Eridyani» yıldızına çevirdiler. Birdenbire, aygıtları bazı sinyaller almaya başladı. Mikrofon açıldığında, düzenli, saat işlemlerini andırır sesler almaya başladılar.

Aynı sinyaller Cambridge Üniversitesi tarafından da kaydedilmişti. Astronomlar, uzayda radyo sinyalleri gönderebilecek, dört nokta saptamışlardı. Bunlar, son derece düzenli aralıklarla, nabız atışına benzer, radyo sinyalleri veriyorlardı. Bu buluş, ilgi uyandırdı, ama yine de şüpheyle karşılandı. Bu dört noktadan, biri, her 1.3,372,795 saniyede bir, bir sinyal gönderiyordu. Diğer ikisi yine aynı düzenle Bip... bip... sesleri çıkarıyordu... Dördüncü nokta, her 1.273.888 saniyede bir verdiği sinyali tekrarlıyordu. Belki bu sinyaller, yabancı bir dünyadan gönderiliyordu.

Anten

Telli telgrafın icadını gerçekleştiren Princeton Üniversitesi doğa bilimleri profesörlerinden Joseph Henry, 1842 yılında yaptığı deney sırasında üst kattaki mıknatıs ibresinin sapmasını gözlemledi. Henry uzaktan algılama olayını sezdikten sonra bir dizi deneyler yaptı. 7-8 mil uzaktaki yıldırım sebebiyle oluşan elektriksel işareti algıladı.

1875'te de Edison, elektrik devresindeki anahtarın açılıp kapanması sırasında oluşan elektrik arkını uzaktan algıladı ve hızla çalışmalarına devam ederek düşey konumlu tepesi yüklü ve topraklanmış antenler geliştirdi ve patent aldı.

1887 yılında H. Hertz ışıma olayının formüle edilmesi üzerine çalıştı, ilk kez polarizasyon kavramı üzerinde durdu. 1897'de Liverpool Üniversitesi fizik profesörlerinden Oliver J. Lodge

bikonik anten ve anten devresinde ayarlı LC devresi için patent aldı. Empedans sözcüğünü literatüre kazandırdı.

1900'lü yıllarda parabolik yansıtıcılar, mercek antenler, açıklık antenler, dalga kılavuzları mikrodalga frekanslarında kullanılmaya başlandı. Bu tarihten sonra antenlerin gelişmesi uzun bir süre durgunluk dönemi geçirdi. 1930'lardaki radyo elektroniğindeki gelişmeler mikrodalga antenlerini tekrar gündeme getirdi.

1901 yılında Marconi, 15 KW güçlü 820 KHz'lik fan monopol antenle İngiltere - Amerika arasında Atlantik üzerinden iletişimi gerçekleştirdi. 1907 yılında Zenneck, sadece antenin iyi olmasını iletişimin için tek başına etkin olamayacağını, yer sisteminin de uygun şekilde yapılmasının anteni daha verimli kılabileceğini makalelerinde gösterir. 1916-1920 yılları arasında Marconi, iletkenlerle yapılmış parabolik reflektörün odağında aktif bir anteni kullanarak 3.5 m dalga boyunda elektromanyetik alan ışıması gerçekleştirdi ve ölçülen ışıma diyagramı ile hesaplanan ışıma diyagramının uyum içinde olduğunu gösterdi.

1940-1945 yılları arası mikrodalga antenlerin ve radarların yoğunluk kazandığı dönemdir. 1945-1949 döneminde VHF yarık antenler, halka antenler, dipol ve dipol anten dizileri yoğun olarak kullanılmaya başlandı ve 1965'de COMSAT'ın ilk jeosenkronize uydusu yörüngeye oturtuldu. Bu uydu ile iletişim gelecek için büyük umutlar sergiliyordu. Yıl 1969, ve tarih 20 Haziran; aya yolculukta antenler ay üzerine yerleştirildi. O gün, elektronik tarihinin önemli kilometre taşlarından birisidir.

Günümüzde uzayın derinliklerine gönderilen dünya üzerinde jeosenkronize ve jeosenkronize olmayan yörüngelerde dönen uydular farklı amaçlar doğrultusunda yer ile iletişimi sağlamak amacı ile antenlerle donatılmışlardır. Bundan sonra da gelişmeler devam edecek ve daha yüksek kazançlı kullanışlı antenler üretmek hedef olacaktır.

Elektromanyetik dalgaların kaynağı sadece yapay antenler değildir. Güneşteki patlamalar sonucu oluşturan elektrik yüklü partiküllerin, yer manyetik alanı ile etkileşmesi, yıldırım, şimşek vb. atmosferik olaylar, Galiktik olaylar da elektromanyetik dalgaların kaynağıdır, yani birer verici antendir. Bu açıdan bakılırsa antenlerin tarihçesini evrenin başlangıcına dayandırmak pek yanlış olmaz.

Her ne kadar antenler iletişim amaçlarına hizmet için geliştirilmişse de evrendeki olası uygarlıkların araştırılmasında, meteorolojik çalışmalarda, tıpta teşhis ve tedavi amacıyla, mobil sistemlerin yerlerinin belirlenmesinde, endüstride ve bir çok yerde kullanılmaktadır. Özellikle kanser ve bazı hastalıkların teşhis ve tedavisinde alışılmış yöntemlerin, ışınları gibi, olumsuz yönlerinin yok edilmemesi nedeniyle başka yöntemler üzerine çalışmalar, arayışlar

yoğunlaştırılmıştır. Bunlar arasında son yıllarda kendinden sıkça söz edilen bir yöntem, her türlü kanser hastalığının teşhis ve tedavisinde anten amplikatörlerin kullanılması yöntemidir.

Verici tarafından üretilen elektrik sinyali elektromanyetik dalgaya çevirerek yayan sistemlere anten denir. Temel anten olarak iki tip anten vardır. Bunlar Hertz. ve Markoni antenleridir. Hertz anteni; yarım dalga boyunda ($\lambda/2$) olup, diğer bir adı dipol antenidir. Markoni antenler ise, çeyrek anten dalga ($\lambda/4$) boyunda bir antendir.

HPEM Sistemlerinde Anten

Yüksek güç elektromanyetik dalga (HPEM) uygulamalarında, anten yüksek güç enerjisini verimli bir şekilde ele ettiği ve yoğun odaklamada yüksek kazanç gerektiği için anten önemlidir. Reflektör antenleri, yüksek kazanım özelliklerinden dolayı ağırlıklı olarak bu uygulamalarda kullanılır. HPEM uygulamaları için dairesel polarizasyona sahip helezoni dizi anten önerilir. Reflektör antenlerinin arka lobu lob, personelin yaşamsal tehlikesine ve diğer ekipmanlara bulaşma olasılığına neden olur. HPEM sistemini kullanmak zordur çünkü yüksek güç kaynaklı jeneratör büyük boyutlara sahiptir. Bu nedenle HPM anten tasarımında arka lobu azaltmak ve yüksek güç üretmek için birkaç küçük boyutlu kaynağı değiştirmek için bir büyük kaynak üreticine ihtiyaç duyulmaktadır.

HPEM sisteminin en önemli bileşenlerinden birisi de yüksek güçlü UWB işaretlerini hedefe yönlendiren antenlerdir. Antenler, geniş frekans bandında, yüksek güçte elektromanyetik sinyalleri yönlendirerek etki gücünü artırır. HPEM sistemlerinde antenler, frekansa bağlı olarak dar bant, orta bant, ultra bant ve hiper bant olmak üzere gruplara ayrılır. Belirli bir hedefe yüksek güçte elektromanyetik dalgaları yoğunlaştırabilmek için bu antenlerin ışıma paternleri dar huzmeli olmalıdır. Dar huzmeyi oluşturabilmek için sadece reflektör tipi değil bi-konikal parabolik antenlerde kullanılır. Yönlendirilmiş ve kazancı yüksek olan dar huzmeli antenler, hedefi daha uzaktan ve daha kesin bir şekilde etkisiz hale getirebilirler.

Hedefin yerinin bilinmediği hallerde, hedefin vereceği tepkiyi belirlemek için UWB elektromanyetik dalgaanın daha geniş bir alana yönlendirilmesi gerekir. Bu halde kullanılacak anten yapılarının dar huzmeli antenlere göre daha geniş bir kapsama alanı olması gerekir. Bu kapsamda parabolik reflektör anten sistemleri uygundur. HPEM sistemlerinin en temel zorunluluğu antenlerin yan ve geri huzmelerinin sıfıra yakın olmasıdır.

$$G_{\max} = (4\pi / \lambda^2) A_{\text{eff}}$$

6.4. Lazer Silahları

Lazer silahları, konvansiyonel silahların üzerinde birkaç ana avantajlara sahiptir:

- Lazer ışınları ışık hızında yayılım yaparlar, ışın yönlendirildikten sonra bir hedefin lazerden kaçması mümkün değildir (çok uzun mesafeler boyunca hariç).
- Işık kütleye sahip olmadığından yerçekimi tarafından çok az etkilenir, uzun menzilli aydınlatmada az hata sapması gösterir. Bulutların arasından geçerken ya da rüzgar hızı hata sapmaları çoğu zaman ihmal edilebilir.
- Lazerler, çok daha küçük hedeften çok daha uzak hedefe hızlıca odaklanabilir.
- Yeterli bir güç kaynağı göz önüne alındığında, lazer silahları aslında sınırsız cephanedir. Çünkü ışığın enerjiye oranı hemen hemen sıfırdır (tam olarak $1/C$), C burada ışık hızıdır. ($C=3 \times 10^8 \text{ m/san}$) Lazerler ihmal edilebilir bir geri tepme üretir.
- Çalışma menzili, atmosferik koşullar ve güç düzeyine bağlı olarak bir lazer silah balistik bir silahtan daha büyük olabilir.

Serpilme: Lazer ışınları, enerji yoğunluğu, santimetre küp başına mega joule yaklaşık hava plazma arıza neden başlar. Serpilme olarak adlandırılan bu etki, lazer ışımanın atmosferde enerjinin bulanıklaşmasına ve dağılmasına neden olur. Havada sis, duman, veya toz varsa serpilme daha şiddetli olabilir.

Serpilmenin azaltılması için büyük, çok hassas, kırılğan ayna gerektir. Bir ışıdak gibi monte edilmiş lazer biraz hantal makinedir. Aşamalı bir dizi kullanılır. Aşamalı dizilerde düz ayna veya lensler ile ışın açısı elde edilemeye çalışılır. Serpilmeyi engelleyen çok kısa bir darbe kullanılır. Nispeten düşük güçlü birden fazla lazer tek bir hedef üzerine odaklanır.

Silahlandırılmış lazerler ile bir başka sorun, hedef yüzeyin buharlaştırması ile gölgelemeler başlatmasıdır. Bu sorun için çeşitli yaklaşımlar vardır:

- Şok dalgadan sonra zarar vermeye devam ederler.
- Daha hızlı hedef taramada şok dalgası yayar.
- Hedef karıştırmada plazmik Optik neden olur.

Lazer silahlarının en önemli bir sorunu (genel olarak yönlendirilmiş enerji silahlarının sorunudur), yüksek elektrik enerjisi gereksinimleridir. Enerjiyi depolayan, yürüten, dönüştüren ve yönlendiren sistemlerden oluşan bir silahı üretmede mevcut yöntemler ve teknolojiler yetersiz kalmaktadır. Mevcut lazerlerde, silah sistemini aşırı ısınmanı zararlarından korumak için hantal soğutma ekipmanları kullanılmaktadır ve çok fazla enerji israf edilmektedir. Hava soğutma sistemi çekimler arasında kabul edilemez bir gecikmeye neden olmaktadır. Bu sorunlardan dolayı şu anda lazer silahı pratiklik açısından sınırlandırılmıştır.

Lazer silahlarını ekonomik ve daha verimli hale getirmek için yüksek sıcaklıkta çalışan süper iletkenlere ve daha uygun yüksek hacimli enerji depolama ve taşıma sistemlerine ihtiyaç vardır. Enerjinin bir kısmı cihazları soğutmak için kullanılabilir. Silah için gerekli enerjiyi üretecek bir elektrik santrali (nükleer), soğutma için su da düşünüldüğünde büyük bir gemide olması avantaj olur.

Kimyasal lazerler yerine uygun bir kimyasal reaksiyon üreten enerji kaynakları kullanılabilir. Kimyasal oksijen iyot lazer (iyot ile hidrojen peroksit) ve döteryum florür lazer (döteryum ile reaksiyona giren atom flor) megavatlık menzilli sürekli ışın çıkış kapasitesine sahip iki lazer tipleri vardır. Kimyasal yakıt yönetme diğer sorunlar sunar, soğutma ve genel verimsizlik sorunları devam etmektedir.

Hava yoluyla geçen bir lazer ışını veya parçacık demeti, yağmur, kar, toz, sis, duman tarafından kolayca emilir. Görsel bir engel tarafından engellenir hatta saçılabilir. Bu etki, çiçeklenme sorunlarını oluşturur ve atmosferde daha kötü enerji dağılımını yapar. Öte yandan harcanan enerjinin dalga etkisi bir "tünel etkisi" yaratır ve bulut gelişimini bozabilir. MIT ve ABD Ordusundaki mühendisler bu etkiyi kullanarak yağış yönetimi üzerine çalışmalar yapmaktadır.

Topçu savaşta kullanılan dolaylı yangın, bir tepenin arkasında bir hedefe ulaşmak, ancak line-of-sight ile mümkün değildir. Olası alternatifler hava veya uzay tabanlı platformlarda lazerler (ya da belki sadece reflektörler) monte etmek ile giderilebilir.

Lazerler, nişan, değişen ve silah hedeflemesi için sık sık kullanılan, ancak silah ateş gücü lazer ışını kaynağı değildir. Lazer silah genellikle yüksek enerjili kısa darbeleri üretir. Bir megajoule lazer darbe kabaca yüksek patlayıcı, 200 gram olarak aynı enerji sağlar ve aynı hedef üzerinde temel bir etkiye sahiptir. Birincil hasar mekanizması, mekanik kesme, reaksiyon neden hedef yüzey patlayarak buharlaştırılır.

En mevcut silahlandırılmış lazerler gaz dinamik lazerler. Yakıt, ya da güçlü bir türbin, orifisleri bir devre ya da dizi lazer uygulaması medya iter. Yüksek basınç ve ısıtma, orta plazma ve lase oluşmasına neden. Bu sistemlerin önemli bir zorluk, yüksek hassasiyetli aynalar ve lazer rezonansa boşluğunda pencereleri muhafaza etmektedir. Çoğu sistem tutarlı bir dalga üretmek için düşük güç "osilatör" lazer kullanan ve daha sonra yükseltmek. Bazı deneysel lazer yükselticileri, cam ve ayna kullanımı, ancak, yüksek enerjileri ile yok edilemez açık orifisleri var.

Bazı lazerler geçici olarak kör veya dikkatini dağıtmak için tasarlanmış. Dazzlers gibi öldürücü olmayan silah olarak kullanılmaktadır.

Belirli örnekler şunlardır:

- *Zeus lazer silahı, ilk lazer ve bir savaş fiili kullanım verilecek her türlü ilk enerji silah. Nötralize mayın ve patlamamış mühimmat için kullanılır.*
- Lazer Alan Savunma Sistemi.
- Orta Kızılötesi İleri Kimya Lazer (MIRACL) deneysel bir US Navy döteryum florid lazer ve 1997 yılında Hava Kuvvetleri uydu karşı test edilmiştir.
- 2011 yılında, ABD Deniz Kuvvetleri Deniz Lazer Düzenegi (MLD), savaş gemileri için bir lazer test etmeye başladı.
- Personel durdurulması ve Stimülasyon Tepki veya PHaSR, öldürücü olmayan bir elle tutulan Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetleri tarafından geliştirilen silah. Onun amacı "dazzle" veya sersemletici bir hedef. Hava Kuvvetleri Yönetmen Enerji Müdürlüğü tarafından geliştirilmiştir.
- Tactical High Energy Lazer (THEL) silahlandırılmış bir döteryum florid lazer, uçak ve füzeleri vurmaya tasarlanmıştır İsrail ve ABD tarafından ortak bir araştırma projesi geliştirilmiştir.
- ABD Hava Kuvvetleri Hava Platformu Lazer veya Gelişmiş Taktik Lazer, füzelerin aşağı çekmek için modifiye edilmiş bir Boeing 747 CO2 gazı lazer veya COIL kimyasal lazer monte etmek için bir plan.
- Northrop Grumman FIRESTRIKE dediğimiz bir solid-state yüksek enerjili lazer silah sistemi duyurdu. Sistem, çeşitli düzeylerde güç sağlamak için kombine edilebilir 15 kW modüllerini kullanarak, modüler.
- Taşınabilir Verimli Lazer Testbed (POST)
- Lazer Uçak Önlemler (ACCM)

6.5. Elektromanyetik gözetleme ve takip:

Hedef bölgesi içerisinde dağılmış elektromanyetik kaynakların yönlerinin ve/veya konumlarının ve güç şiddetlerinin uzaktan yapılan elektromanyetik alan ölçümleri ile belirlenir. EM spektrum yoğunlaşması ve frekansa bağlı olarak elde edilen işaretler işlenir ve analiz edilir. Karşı tarafın EM gücü ve davranışı test edilir.

Bulunacak ihlaller:

- Kapasitif indükleme, Ses şiddeti ölçümlerinde farklılık ve yoğunlaşma, Frekans spektrumunda elektromanyetik yoğunlaşma ve değişim, Titreşim ya da basınç, Isısal (termal) değişim
- Border Security, Immigration Control and Identity Management, Critical Infrastructure Protection, Transportation Security, Cybersecurity

Tehditler; Terörizm, Kaçakçılık, Uyuşturucu Kaçakçılığı, Biyolojik Silahlar, Organize Suçlar, Çevre Kirliliği, Tarihi ve Sanat Eserleri Kaçakçılığı, İnsan Ticareti ve Göç, Düşman Ülke Faaliyetleri, Askeri faaliyetlerde sınır ötesi yoğunlaşma ve aktiviteler, Silah ve Bomba Kaçakçılığı, Ve diğer yasal olmayan aktiviteler

Amaç; İhlal ya da ihlale Hazırlık Bulma, Erken Uyarı, Tehdit Algılama, Tehdide Müdahale, İmha

- Gömülü ya da gizli ihlal bulma, Isısal değişim bulma, Yer değişikliği bulma
- Sesten değişim, Sismik
- EM spektrum yoğunlaşması

Havadaki cisimleri algılama radarları , Havada kurulu algılama radarları, izleme ve gözetleme radarları, Hareketli algılama araçları, RF-ID sensörler, Sonar; sabit sonarlar, mobil sonarlar ve dalgıç bulan sonarlar

Elektromanyetik Gözetleme, EM kaynakların yayılım yönü ve yerlerinin belirlenmesi, tehditlerin tanımı, hedefleri, planlama ve oluşacak çatışma temas durumunu hakkında istihbarata yönelik bilgi edinilmesidir.

- İstihbarata yönelik ortamdaki EM spektrum yoğunlaşması ve frekansa bağlı olarak elde edilen işaretlerin işlenmesi, analizi.
- Pasif Radar sistemleri ile EM kaynakların konumları ve yaydıkları gücün uzaktan yapılan EM alan ölçümleri ile belirlenmesi.

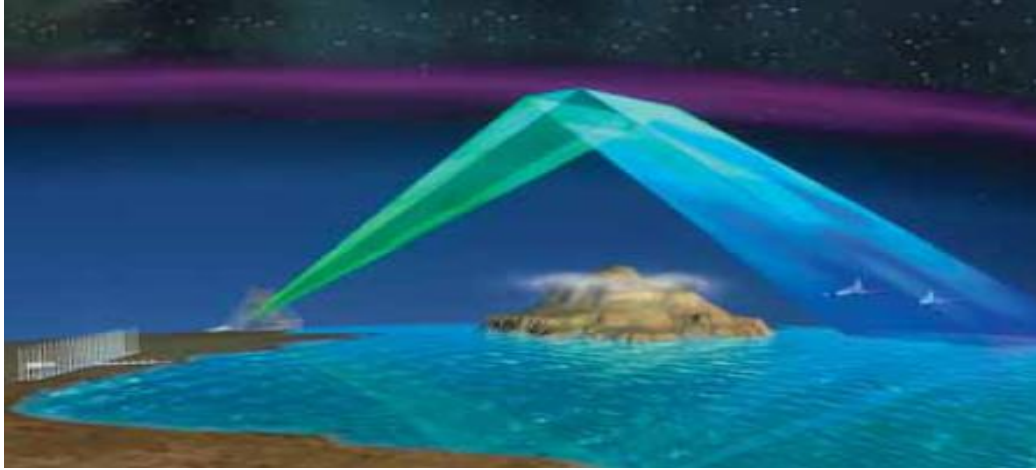
Aktif elektronik elemanların (Yarı İletken Teknolojileri – Non Linear Junction Detector) akım fonksiyonlarından kaynaklanan yayınımlardan elektronik sistemlerin konumlarının belirlenmesi. Transistör, diyod, entegre devreler ve metalik kavşak akımları çok sayıda frekansların 3.harmoniklerinde işaretleri ortama yayar. Doğrusal Olmayan Kavşak Akımı Bulma Dedektörü toprak, duvar gibi zeminlere gizlenmiş çeşitli elektronik cihazları algılar.

Radar sistemlerinde hedefin yaydığı ya da hedeften yansıyan EM dalgalar uzaktan ölçülerek ve analiz edilerek hedefin davranış hakkında kestirimler elde edilmeye çalışılır, konumlar ve güzergahları kesin olarak belirlenmeye çalışılır.

Yarı iletken teknolojileri (Non Linear Junction Detector) olarak adlandırılan aktif elektronik elemanların akım fonksiyonlarından kaynaklanan yayınımlar ölçülür. Bu ölçümlerden elektronik sistemlerin konumları ve davranışları belirlenmeye çalışılır. Transistor, diyot ve entegre devrelere ait akımlar çok sayıda frekanslardan oluşan (özellikle 3.harmonik) işaretleri ortama yayımlar. Zeminlere gizlenmiş çeşitli elektronik cihazları bu yöntem ile belirlenir.

Uzaydan Takip ve Gözetleme Sistemi (Space Tracking and Surveillance System - STSS) bir balistik füze savunma projesidir. Alçak yörüngeye yerleştirilen uydular ile yer radarlarının konumları ve balistik füzelerin konumları tespit edilir. Füze hedefine doğru ilerlerken rotasını izlenerek erken uyarıda bulunur. Erken uyarı radarı yer yüzeyinin üstündeki tüm uzayı belirli bir ışıma açıklığında gözlemler. Füze erken uyarısında bulunduğu füze savunma sistemi devreye girer. Füze algılama, doğrulama ve tehdit olup olmadığı sınıflandırılır. Erken uyarı radarı balistik füze savunma sisteminin bir parçası olarak görev yapar. Patriot ve denizden fırlatmalı füze savunma sistemleri ile yüksek mertebelerde tehdit olarak algılanan ve doğrulanan füzelere müdahale eder.

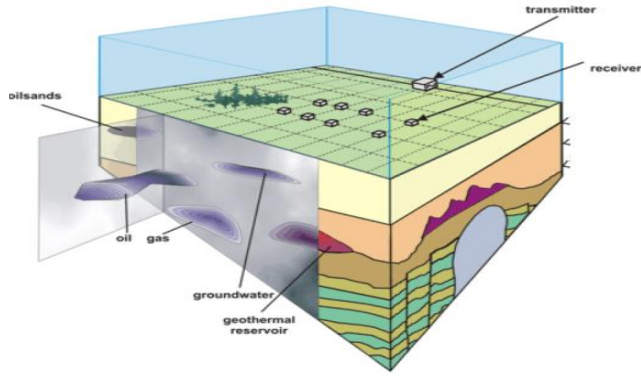
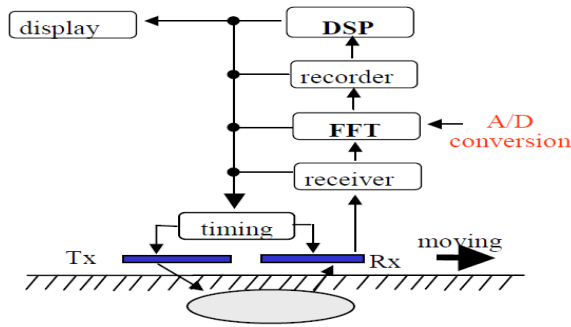
İyonosferden yansıyan dalgalar kullanılarak başta geniş kıyı şeridinde gemiler olmak üzere uçakların, füzelerin ve diğer hedeflerin konumları, rotaları ve hızları belirlenir. Tüm hava koşullarında ve tüm yüksekliklerdeki hedefler izlenir. İyonosferden yansıyan dalgalar kullanılarak 2.000 km gibi geniş kıyı şeridinde gemileri ve uçakların konumlarını, rotalarını ve hızlarını belirleyecek. Tüm hava koşullarında ve tüm yüksekliklerdeki uçaklar izlenecektir. Uzunlukları 30m den büyük olan gemiler muntazaman izlenecektir.



Elektromanyetik görüntüleme, yüzeyinin altındaki, duvarın ardındaki görünmezleri araştırmak, konumlarını bulmak, ne olduklarını analiz etmek için kullanılan donanım ve yazılım sistemlerinden oluşur. Bu sistemler, GPR, X-ray, EMI, Impulse Synthetic Aperutre Radar, Sismik radar, Mikrodalga tomografisi. Elektromanyetik görüntüleme sistemlerinin kullanıldığı alanlar:

- Tehditlerin ve felaketlerin önceden tespit edilmesi ve felaket sonrası arama, kurtarma ve durum tespiti çalışmalarında,

- Zemin veya duvarın arkasında bulunan silah, patlayıcı ve buna benzer tehditlerin tespiti ve görüntülenmesi ile konum değişikliklerinin bulunmasında,
- Zemin veya duvarın içersine yerleştirilmiş silah, bomba, el yapımı patlayıcı, gizli bölme, yapısal değişiklik, elektrik dağıtım kabloları, su ve doğalgaz boruları gibi yapısal değişikliklerinin tespiti ve görüntülenmesinde,
- Zemin veya duvar yapısının tespitinde, duvar içersinde bulunan çatlak v.b. yapıların tespitinde,
- Zemin veya duvarın arkasında bulunan canlıların ve cisimlerin tespiti ve izlenmesi (enkaz altında, mağara ve bina içersinde canlı tespiti v.b.) için kullanılmaktadır.



6.6. Elektromanyetik korunma:

EM spektrumu kullanan düşmanın etkilerinden personeli, tesisleri korumak amacıyla alınmış EM koruyucu karşı koyma olarak bilinen önlemlerdir. Havalimanına inişe geçmek için yaklaşan veya iniş yapan uçaklara ateş etmeye çalışan roketlere doğru yönlendirilmiş elektromanyetik ışıma yapan hava limanı savunma sistemidir. Sistem üç ana bileşenden,

- Füze tespit ve izleme alt sistemi (Missile Detecting and Tracking subsystem - MDT),
- Komuta kontrol sistemi ve tarama dizisi,
- MDT pasif kızılötesi (IR) kameralardan oluşur.

EM Kalkan, Faraday kafesleri ve çadırları gibi dışarıdan içeriye, içeriden dışarıya elektromanyetik erişimi engellemek amaçlı kullanılan sistemlerdir. Elektronik cihazların enerji ve ara bağlaşım kabloları üzerinden EM erişimin engellenmesidir. Elektronik cihazlarda lineer olmayan aktif devre elemanlarının neden olduğu osilasyonun neden olduğu yayınımlı engellemektir.

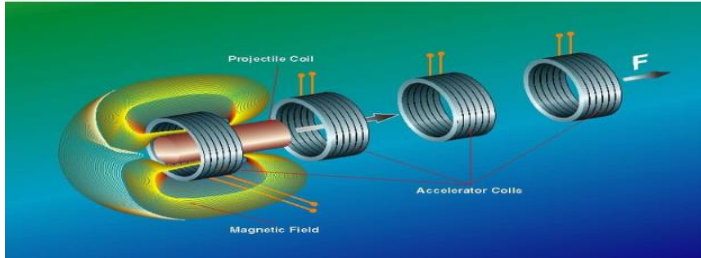
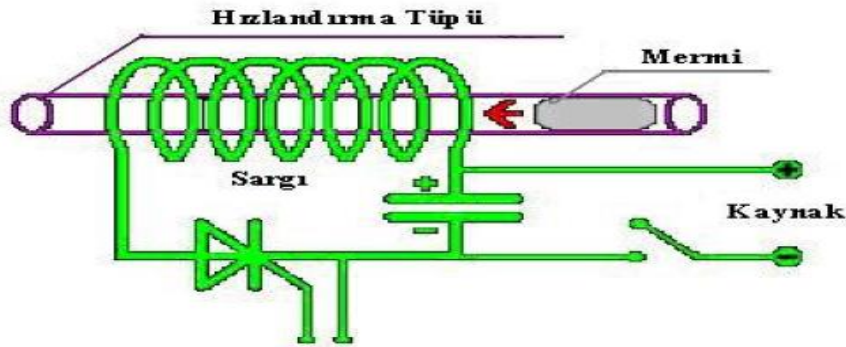
Bir saldırıyı durdurmak için ölümcül olmayan lazer, elektrik ve ses dalgalarını tetikleyen silahlar, yıllarca geliştiriliyor.

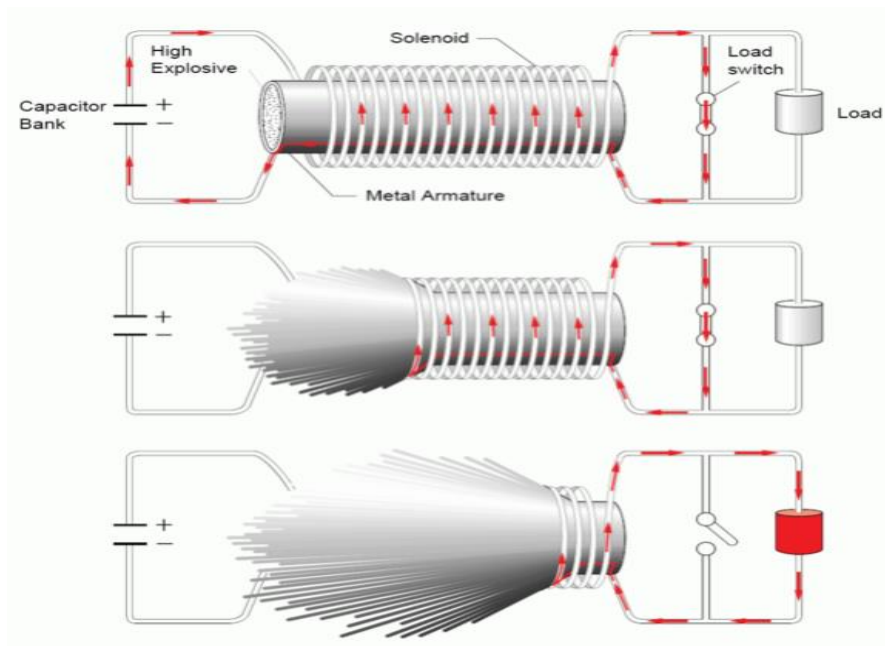
Mikrodalgalar sadece elektronikte tahribat sağlamakla kalmaz, aynı zamanda canlı varlıklara zarar verebilir. Elektromanyetik spektrumda mikrodalgalara yaklaşan enerji, bir kişinin cildindeki rutubetin hızla ısınmasına neden olmakta ve kişinin etine karşı basılan sıcak bir ampul gibi yanma hissi yaratmaktadır. Protesto ve gösterileri bastırmak için deride bir yanma hissi yaratmak için elektromanyetik enerji kullanıyor. Mikrodalgalar frekans ve genliği ile sınıflandırılır, cilt hücrelerindeki su moleküllerinin titreşmesine neden olur.

6.7. Elektromanyetik fırlatıcılar:

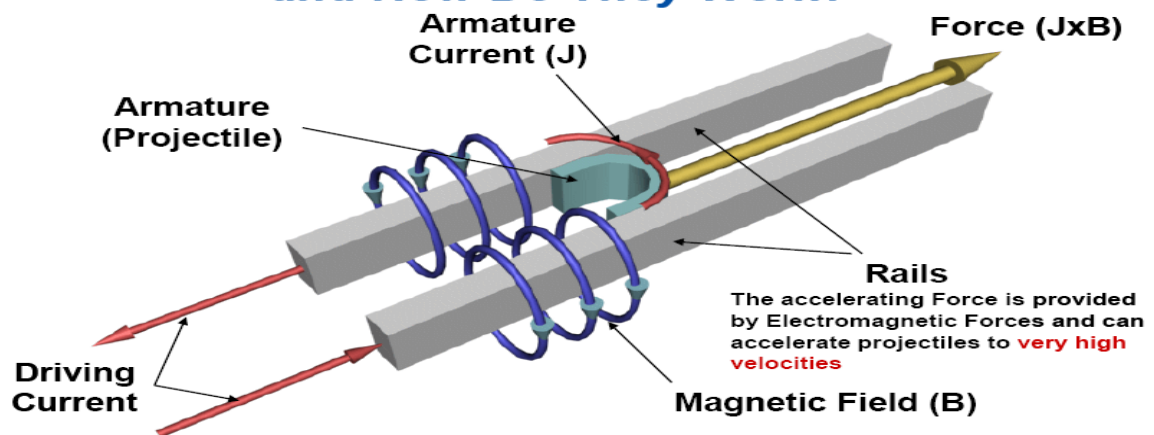
Elektromanyetik fırlatıcıları bir kumanda devresi, ivmelendirerek hızlandıran sargılar, bu sargıları besleyen güç katından oluşur. Elektromanyetik fırlatıcılar ile ilgili çalışmalar, manyetik olarak kaldırılan trenler, elektromanyetik mancınklar kullanılarak uçakların fırlatılması, metallerin uzaya fırlatılması, küçük mermilerin aşırı yüksek hızlarda fırlatılması, füzyon reaktörleri için yakıt elde etmek amacı ile eritilerek elde edilen ufak topların hızlandırılması vb. birçok konuda yaygınlaşmıştır.

Elektromanyetik fırlatıcılar raylı elektromanyetik fırlatıcılar, sargılı elektromanyetik fırlatıcılar, karma elektromanyetik fırlatıcılar ve doğrusal hareketli fırlatıcılar olarak sıralanır. Elektromanyetik fırlatıcılar ile uzaktan bir cismin hareket ettirilmesi ve yörüngesinin değiştirilmesi konusunda çalışmalar yapılmaktadır.





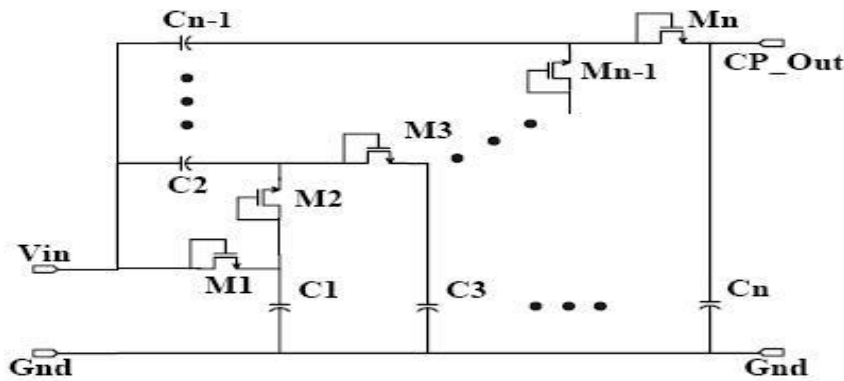
What is an Electromagnetic Railgun and How Do They Work?

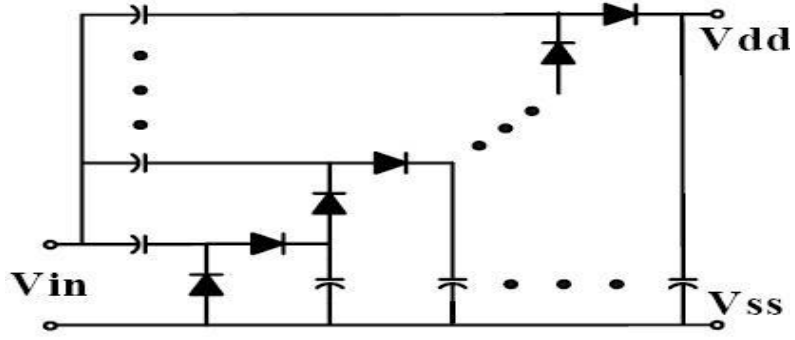
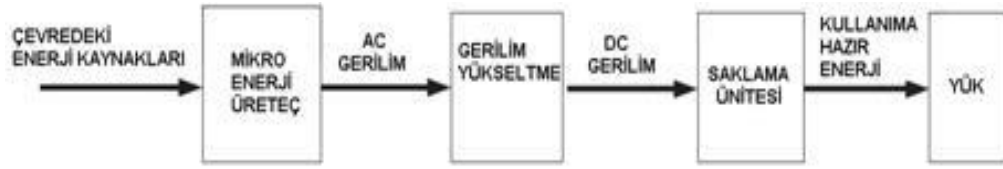


Current flowing in the rails creates a magnetic field which interacts with the current in the armature to generate the accelerating force.

6.8. Elektromanyetik Dalgalardan Enerji Hasat Etme

- Çevrede doğal olarak bulunan ya da sistemlerin çalışmasından ortaya çıkan, enerjiye dönüşmeye hazır kaynaklar; güneş, rüzgar, yağmur, akarsular, deniz dalgaları, titreşimler, termal değişimler, RF enerji kaynakları olarak sıralanabilir.
- Havada serbest olarak yayınım yapan radyo ya da mikrodalga frekanslarındaki elektromanyetik dalgaların üzerlerinde barındırdıkları enerjinin uygun antenler yardımıyla verimli şekilde toplanarak ve yüksek verimde çalışan yükseltici ve doğrultucu devrelere aktarılarak enerji hasat edilmesi hedeflenmektedir.
- Radyo ya da mikrodalga frekanslarında verici kaynaktan yayınıma başlayan elektromanyetik dalgaların taşıdığı enerji yol boyunca zayıflayarak, saçılarak, ve yansıyarak alıcıya ulaşır. Havadaki elektromanyetik dalgalar, efektif ışıma açıklığında anten ile etkileşime girerek analog işarete dönüşür.
- Antenler tarafından toplanan enerjinin verimli bir şekilde yükseltici ve doğrultucu devrelere iletilmesinde kullanılan empedans uygunlaştırma, filtre ve gerilim yükselten akım pompaları devreleri kayıpsız olmalıdır.
- Zero bias detector diodes ya da CMOS akım pompası devreleri doğru gerilimi, katlara ilişkin fark gerilim kadar yükselterek doğru gerilime dönüştürür.
- Rectenna: Bir vericinin havada yayınım yapan elektromanyetik gücünü anten, zero bias detector diod ya da CMOS akım pompa devresi üzerinden emerek elektrik enerjisine dönüştüren sisteme verilen addır.





6.9. Kablosuz Ortamda Enerji Transferi

- MIT den bir grup mühendis bobinlerdeki resonans indüksiyondaki gücü boşlukta iletme üzerine çalışmalar yapmaktadır. (WiTricity).
- WiTricity elektriği kablosuz olarak 40% verimle 2-3m kablosuz olarak iletebilmektedir. İki bakır bobinden bir gönderici diğeri alıcı olarak kurulmuştur. Gönderici bir elektrik enerji kaynağına diğeri ise bir aydınlatma lambasına bağlıdır. Gönderici bobine enerji verildiğinde, gönderici bobin manyetik alan formunda enerjiyi tanımlı frekansa girerek yayar. Alıcı bobin ise doğrudan kablosuz ortamda enerji toplamaktadır.
- Otomatik Kablosuz şarj etme ile GSM telefonlar ve dizüstü bilgisayar gibi cihazların bataryalarının şarj edilmesinde kullanılması hedeflenmektedir.
- Kablosuz sensörlerin ihtiyaç duydukları enerjinin bu yöntemle şarj edilmesi teknolojik açıdan önemli gelişme olacaktır.



6.10. Yüksek Güçte Elektromanyetik Yayınım İçin Gerekli Enerji

LFTR - Likid Florür Toryum Reaktörler

Toryum reaktör EM silahların gereksinim duyacakları yüksek gücü sağlayacaktır.

- ◆ Gerçek zamanlı çalışmada, kısa sürede hızlı yükselen güç elde etme
- ◆ Fuel Oil yakıt taşımaya gereksinim olmayacak
- ◆ Güç
 - Gelişmiş Radarlar;~ 30 MW power
 - Elektromanyetik Silahlar – GW güce olan gereksinim
 - Savunma
 - Vurma 2020: 500+ km, 2030: 3000+ km
 - Füze Savunma 2020: 500+ km, 2030: 3000+ km
 - Yönlendirilmiş Elektromanyetik Silahlar
 - Sensörler, darbe sonarları
 - Yüksek güçlü mikrodalga silahlar
- ◆ Anlık yüksek güç yoğunluğu
- ◆ Çevre kirliliğine neden olan atıklar yok,
- ◆ Gelecekte; uçaklarda taşınabilen LFTR -10-30 MW reaktörler

6.11. Elektromanyetik Enerjinin Çevre Sağlığına Etkisi

Elektromanyetik yayılım spektrumu; Radyo Dalgalar, Mikro Dalgalar, Kızıl ötesi, Görünen Işık, Mor Ötesi, X-Işınları, Gamma Işınları olarak düşük frekanstan yüksek frekansa göre sıralanır. İyonize radyasyon, elektromanyetik yayılım spektrumunda X ve Gamma ışınlarından başlayan, elektromanyetik dalgalardır. İyonize radyasyon, insan hücrelerinin değişimine neden olduğu, kanser oluşturduğu ve kromozomları değiştirdiği için tehlikelidir. İyonlaşmanın olduğu yayınımların dış dökülmesine, kan kanserine ve sakat doğumlara neden olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda X ışınları, Radium gibi iyonlaşmanın olduğu radyasyonlar kanser tedavisinde kanserli hücreleri öldürmek için kullanılır. Bu ışınları uzaktan yönetmek ve yönlendirmek şu an mümkün olmamaktadır.

İyonize olmayan dalgalar ise Ses dalgaları, Radyo dalgaları, Mikrodalga, Kızıl ötesi ışık, Görünen ışık, ve Morötesi ışık olarak sıralanır. İyonize olmayan dalgalar girdikleri dokulara enerjilerini aktararak ısıyı artırır ya da hücre zarlarının çalışma biçimini değiştirirler. Elektromanyetik dalgalar kullanılarak insanların nasıl yönlendirileceği konusundaki çalışmalar, hücre zarlarının verdiği tepkiler üzerine yoğunlaşmıştır.

100KHz ile 10GHz arasındaki radyo frekanslarındaki (RF) elektromanyetik alana maruz kalan vücudun emdiği enerji oranının ölçülmesinde spesifik soğurma oranı (SAR) kullanılır. 70kg ağırlığında bir kişi hareketsiz durumda 80 watta eşdeğer enerji tüketir. Güç yoğunluğu= $80/70=1,2W/Kg$. Spor ya da bedensel işlerde bu oran 3 ile 4 kat artmaktadır. Bu mertebelerde elektromanyetik dalgaya maruz kalan organ ve dokuların normal işlevleri ile bu enerjiyi giderebilecekleri ve hasar oluşturmayacağı düşünülmektedir. Standartlar 30 dakika boyunca Elektromanyetik dalgalara maruz kalan doku ve organların sıcaklığının 1 derece artmasını risk olarak belirtmektedir. Bu da 4watt/Kg a karşı düşer. Bu neden ile SAR limitlerinin 10gram dokudaki ortalama değeri 2W/kg olarak kabul edilir. 10GHz in üzerindeki elektromanyetik alanlarda ise mW/cm^2 kullanılır. Elektromanyetik güç yoğunluğuna 6 dakikadan fazla kalınan ortamlarda maruz kalınabilecek güç yoğunluğunun çalışma ortamları için $5mW/cm^2$ ve genel ortamlar için $1mW/cm^2$ den küçük olması standartlarca önerilmektedir.

Genel kabul mikrodalga ısımanın vücut organlarında emilen enerji ile ilgili olduğudur. Duyarlı organlar; Göz, Baş ve Beyindir. Mikrodalga frekanslarında çalışanların baş ağrısı, göz yorgunluğu, aşırı halsizlik, bitkinlik ve uykusuzluktan şikayet ettikleri raporlanmıştır. Mikrodalga vücut sinir sistemini etkilemesi nedeniyle bu rahatsızlıkların olduğu söylenebilir. Yüksek gerilim hatları, radar, radyo ve TV vericileri, mobil baz istasyonları gibi telsiz sistemleri elektromanyetik yayılım yaparlar. Bu sistemlerin yaydığı elektromanyetik alana maruz kalan doğal yaşamdaki bitkiler ve hayvanlar elektromanyetik yayınımlardan olumsuz etkilenmektedir.

Elektromanyetik dalgaların doğadaki canlıların doğal bağışıklık sistemlerinin zayıflamasına, sağlıklarının bozulmasına, üreme problemlerine sebep olduğu iddia edilmektedir. Arılar, yerin manyetik alanını ve yüzeyin günlük manyetik değişimlerini kullanarak, bulundukları konumları tespit eder ve birbirileriyle haberleşirler. Elektromanyetik radyasyon nedeniyle yok olan arı kolonileri, yolunu şaşırarak kuşlar ile ilgili haberleri sık, sık duymaya başladık. Elektromanyetik kirlilik ve beyin sağlığımız elektronik savaşta elektromanyetik unsurlar tarafından cömertçe kullanılmaktadır ve

kullanılmaya devam edecektir. Elektromanyetik radyasyon, bütün evreni kuşatan bir enerjidir. Gözümüze çeşitli renkler halinde görünen ışık da elektromanyetik radyasyonun bir parçasıdır.

İnsanların ruh hali dış dünyaya verdiği tepkide kendini ifade eder. Bireyin davranışını kontrol eden beyin fonksiyonel yapısının normal yaşamda nasıl oluştuğu, kendini nasıl kontrol edilebildiği ve hangi durumlarda kontrolsüz hale geldiği, ikna ve telkin edilebilmesinde neleri önemsediği ve neleri önemsemediği de bilinmesi gereken önemli kriterlerdir. Sorgulamadan ve mukayese etmeden bilgiyi kabullenme baştan beyin kontrolünü başkalarına teslim etmektir. “Amaç bireyin ya da kitlenin, sorgulama ve mukayeseye dayalı savunma mekanizmaları yok edilerek ikna ve telkine açık hale getirilmeleridir.” Görülen ya da yaşanan sessizlik gerçek sessizlik değildir, ne hissettirildiğine ve nasıl hissedildiğine bağlıdır.

7. High Frequency Active Auroral Research Program

Yüksek Frekans Aktif Auroral Araştırma Programı (HAARP), ABD Hava Kuvvetleri, ABD Deniz Kuvvetleri, University of Alaska, ve Savunma Bakanlığı İleri Araştırma Projeleri Ajansı (DARPA) tarafından ortaklaşa finanse edilen iyonosferi araştırma programıdır. İletişim ve gözetim için iyonosferin potansiyeli araştırılmaktadır. HAARP program Gakona, Alaska yakınlarındaki Hava Kuvvetleri Komutanlığı ait bir site HAARP Araştırma İstasyonu olarak bilinen büyük bir tesisidir. HAARP İstasyonu üzerindeki çalışmalar 1993 yılında başladı. Planlanan çalışma 2007 yılında tamamlandı.

HAARP projesinde, iyonosfere 3.6MWatt gücünde sürekli ve darbeli sinyal gönderilir. Sinyaller HF 2.8-10 MHz bölgesindedir [yüksek frekanslı]. HAARP araştırmaların amacı güneş etkileşimin yanı sıra doğal iyonosferin radyo sinyallerini nasıl etkilediğini ve iyonosfer tabakasında meydana gelen temel değişim süreçlerinin incelenmesidir. Pek çok üniversite ve eğitim kurumları, proje geliştirme ve araçlarında yer almıştır; Alaska (Fairbanks) Üniversitesi, Stanford Üniversitesi, Penn State University (ARL), Boston College, UCLA, Clemson University, Dartmouth College, Cornell Üniversitesi, Johns Hopkins Üniversitesi, Maryland Üniversitesi, College Park, Massachusetts Üniversitesi, MIT, Polytechnic Institute of New York Üniversitesi ve University of Tulsa.

HAARP İstasyonu ana enstrüman İyonosfer Araştırma Aracıdır (IRI). Yaklaşık 33 dönümlük arazide 180 adet antenler, bir dizi yüksek güçlü ve yüksek frekanslı faz dizili bir radyo vericisi bulunmaktadır.

İstasyonda yapılan araştırmalarda dünyanın jeofizik yapısının incelenmesi de bulunmaktadır. Dünyanın manyetik alanında değişiklikler, hızlı ve keskin jeomanyetik fırtınalar grafiksel olarak izlenmektedir. Verici gücün 5.1Gigawatt'a çıkarılması için çalışmalar yapıldığı ileri sürülmektedir.

HAARP ana bilimsel bulguların bazıları şunlardır;

Auroral electrojet modüle ısıtma ELF ve VLF dalgalar üreten genellikle devasa antenler gerektirir.

- İyonosferi süper ısıtma
- Plazma hattı gözlemler
- Uyarılmış elektron emisyon gözlemler
- Gyro frekans ısıtma araştırma
- Yüksek hız iz çalışır
- Göktaşlarının radyo gözlemleri
- Dünyadışı HF radar ekoları
- Spread Spectrum Vericiler

- İyonosfer Meteor yağmuru etkileri
- Güneş patlamaları ve jeomanyetik fırtınaları
- Müdahale ve kurtarma
- GPS uydu sinyali kalitesini iyonosferik bozuklukları etkisi
- Yer kabuğunda oluşan kimyasal gazların iyonosferdeki elektron dağılımına etkisi
- Madenleri karakteristik etkileşimlerinin incelenmesi

Yeni Dünya Düzeni ve HAARP

Bir uygarlık diğer bir uygarlığın yok oluşa gittiğini öngörebilir mi? Hazırlayabilir mi? Yok oluşu başlatabilir mi? Öncelikle iyonosferde yapılan araştırmaların boyutlarının ne olduğunun iyi anlaşılması için iki konun çok iyi bilinmesi gerekir. Birincisi iyonosferdeki elektron ve iyonlaşma dağılımının etkileyen dünya ve dünya dışı faktörler, ikincisi ise boşlukta elektromanyetik dalgalar yayılırken çok hızlı zayıflamasıdır. EM enerji kaynağı, hedefe odaklama problemi, ve ortamda ilerlerken zayıflar;

Serbest uzayda yol kaybı aşağıdaki formülden dB olarak hesaplanır,

$$FSL=32,45+20\log(d \text{ km})+20\log(f \text{ MHz}) \text{ dB.}$$

Verici gücü dBm, verici ve alıcı anten kazançları dBi ve yol kaybı ise frekansa ve yol bağlı olarak hesaplanırsa alıcı tarafta beklenen gücün ne olacağı aşağıdaki formülden hesaplanır,

$$P_r = P_t G_t L_t G_r L_r \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2 \quad \text{Watt,}$$

$$Pr=Pt+Gt+Gr-FSL-F \text{ (dBm)}$$

Verici antenden d metre uzaktaki güç yoğunluğu,

$$P_d = \frac{P_t G_t L_t}{4\pi d^2} \quad W / m^2$$

Serbest uzaydaki uzak alanda elektromanyetik dalganın taşıdığı güç yoğunluğu (2) nolu denklemde verilen elektrik alan şiddetinden hesaplanır.

$$P_d = \frac{E^2}{\eta_0} = \frac{E^2}{120\pi} \quad W / m^2$$

Elektrik alan şiddeti güç yoğunluğu ya da verici gücü cinsinden hesaplanabilir.

$$E = \sqrt{120\pi P_d} = 19.4 \sqrt{P_d} = \frac{5.48}{R} \sqrt{P_t G_t L_t} \quad V / m.$$

Dünyadaki Hedeflerin Bünye Davranışlarını İzleme ve Yönlendirme

Hedefler: İnsanlar, hayvanlar, bitki örtüsü, iklim, gıda, gemi, uçak, araba, izleme, kestirim yapma ve davranış değişikliği oluşturma. Uzaydan enerjiyi dünya üzerindeki bir noktaya odaklama problemi ve yerdeki hedeflerin bünye davranışını izlemenin pahalı olması ve iyi sonuçlar elde edilememesi üzerine iyonosferin anten olarak kullanıp yeryüzündeki her hangi bir hedefin bünye davranışı nasıl izlenebilir, yönlendirilir hatta gelecekteki davranışı kestirilebilir mi? Değişiklikten çok davranışın yönlendirilmesi mümkün olabilir.

İyonosfere EM dalgalar gönderilir, iyonosferden odaklanarak yansıyan (30MHzden küçük) EM dalgaları yüzeyden ve yüzeyin derinliklerinden yansıyarak geri döner. Hatta etkileşime girerek kaynak gibi EM dalgaları yayınlatabilir de. Yansıyıp yer yüzeyin gelen EM dalgaları etkileşime girerek ayrı frekanslarda yayınım yapar. Yeni EM dalgaları analiz edilerek; konum, miktarı ve davranışı kestirilebilir. Örneğin madenin yeri miktarı ve kalitesi hakkında oldukça doğru kestirimler yapılabilir. İyonosfere dalgalar gönderilir, iyonosferden odaklanarak yayılan EM dalgaları yüzeyden ve yüzeyin derinliklerinden yansıyarak geri döner. Yer yüzeyinden yansımadan havada insansız uçaklar ile ya da yeryüzünden ölçülür. Yansıyan dalgalar ise yine insansız uçaklar, yüzeye bakan antenler ile iyonosferden yeniden yansıyıp gelen dalgalar ölçülerek işlenir. Fark dalgaları o bölgedeki yer yüzeyin özelliklerini içerir.

İzleme; hedefleri, insanları, ürünleri, gemileri, uçakları, madenleri özellikle enerji kaynakları. İyonosfere dalgalar gönderilir, iyonosferden odaklanarak yayılan EM dalgaları yüzeyden ve yüzeyin derinliklerinden yansıyarak geri döner. Yansımadan havada insansız uçaklar ile ya da yeryüzünden ölçülür. Yansıyan dalgalar ise yine insansız uçaklar, yüzeye bakan antenler ile iyonosferden yeniden yansıyıp gelen dalgalar ölçülerek işlenir.

Son olarak gelecek özellikle yakın gelecek kontrol edilen, yönetilen, genetik savaş üzerine olacaktır. Bu savaşta EM in rolü önemsenecek ölçüde olacaktır.

Yer altı Su, Enerji ve Maden Kaynaklarını İzleme

İyonosfere yönlendirilen EM dalgalar iyonosferden yansdıktan sonra yer yüzeyine ulaşır. Yüzeyin özellikleri, yer altından çıkan gazlar ve davranışları ve yer altı kaynakların konumlarının ve kapasitelerinin belirlenmesi .

Diğer gezegenlerdeki enerji kaynakları:

Diğer gezegenlerdeki madenlerin araştırılması, çıkarılması, işlenmesi ve dünyaya transferi. Çok hızlı hareket eden uzay araçları; Dünya dışına bir üs kurulacak. Bu üs ile dünya arasına seferler düzenlenecek. Dünya dışındaki üs ile diğer gezegenlerin dışına üsler kurulacak. Üsler arası seferler düzenlenecek. Gezegenlerdeki madenler işlenecek ve üslere taşınacak. Diğer gezegenlerde meyve ve sebze yetiştirilecek. Gıda ihtiyaçları buralardan karşılanacaktır. Ya da dünya insanlardan boşaltılacak, diğer gezegenlerdeki üslere gönderdim. Dünyadaki çevre

kirliliği ortadan kaldırılacak; gıda ve hayvancılık cennet bir dünyada huriler tarafında yetiştirilecektir. Diğer gezegenlerdeki iyi insanlar arada bir dünyaya gönderilerek cennet duygusu yaşatılacaktır.

Gezegenlerin çalışma frekansları ve çıkardıkları sesler

Uzay bir makine ise bir çalışma frekansı vardır, bu frekans belirlendi ve uzayın bünyesel frekansı dinlenmeye başlandı. Uzayı dinleyenler neler buldular. Aynı şekilde dünyanın da bir çalışma diğer bir değişle bünye davranış frekansı vardır. Bazı şeyler olmadan önce bünyede bir tepkisel davranış meydana gelmektedir. Bazı olayların olmadan önceki frekansları buldular. O halde kestirimle olaylar önceden belirlenecek. Uzayın bünyesel sesinde bazı tehlikeler önceden öngörülebilir mi? Dünyanın bünyesel davranışa ait frekansların izleri iyonosferden daha iyi dinlenebilir mi? Depreme ait izler bulunabilir.

Dünya dışı Hedeflerin Bünye Davranışlarını İzleme ve Yönlendirme

Uzayın derinlik sesleri dinleniyorsa dünya ya doğru yönelen bir tehdit var ise, dünyadaki güçlü bir silah ile karşılık vermek mi doğru yoksa uzayda yola çıkan bir araç gezegenlerden gerekli uranyum ya da toryum gibi enerji kaynaklarını alacak, saf hale getirilecek ve EM için gerekli enerjiyi üretecek ve hedefe yönlendirecek. İyonosfer dünyayı kalkan olarak korumaktadır. Dünya dışından gelen bir tehdit iyonosfer kalkanı ile yok edilebilir mi? Dışarıdaki gezegenlerde madenlerin araştırılması yapılmalıdır.

Düşmanı dünya atmosferi dışında ya da iyonosferde karşılamak hiç doğru bir yaklaşım değildir. Dünya atmosferi dışında hatta güneş gezegeni dışında savunma kalkanı oluşturulmalıdır. Hedefin etrafında da EM kalkan oluşturulup yörüngesi değiştirilebilir. Yaşamsal alan oluşturmak için uygun gezegen bulunduğu etrafında dünyadakine benzer atmosfer oluşturulacaktır.

Aynı şekilde üretilen enerji dünya ya nasıl transfer edilecek?

Komplo Teorileri

HAARP projesi için gizli yetenekleri olduğuna dair pek çok komplo teorileri üretildi üretilmeye devam etmektedir. HAARP, çok sayıda doğal afetler de dahil olmak üzere bir dizi olaylar için komplo teorisyenleri tarafından kullanılmaktadır. Gazeteci Sharon Weinberger HAARP "Moby Dick" komplo teorileri "olarak adlandırılan kitabında, komplo teorilerinin bilinçli olarak popülerlik için üretildiğini fakat HAARP bilimsel faydalarını gölgelediğini iddia etmektedir. ***Komplo teorilerini popülerite yanında önemli bir başka işlevi bulunmaktadır; kişilerin ürettiği fikirlerin nasıl gerçekleştirilebilir üzerine araştırmalar yapmak. Komplo teorileri neyi temsil ediyorsa bilimsel yönü nasıl sorusuna yanıt arar yanıt evet ise araştırma formatlanır.***

HAARP için iddia edilen tehlikeler yazar Tom Clancy tarafından dramatize edildi. Rus askeri dergisi iyonosferik test olacağını yazdı ve "dünyanın manyetik kutupları çevirmeyi mümkün kılacak elektron reaksiyon zinciri tetiklenebilir" dedi. Büyük fırtınaların tümünün iyonofosferdeki çalışmalardan kaynaklandığı iddia edilmiştir. Komplo teorisyeni Jesse Ventura araştırma istasyonu ziyaret etmek için resmen talepte bulundu ancak isteği ret edilmiştir. Bu durum komplo teorisyeni için bulunmaz bir fırsat olmuştur ve konuyu abartarak kullanmıştır. Komplo teorisyenleri, sayısız depremlerinde HAARP çalışmaları ile bağlantılı olduğunu iddia etmektedirler. 2010 Haiti depreminin nedeni olarak HAARP gösterilmektedir.

Skeptic bilgisayar bilimcisi David Naiditch böyle bir projenin sel gibi iklimsel felaketleri tetikleyeceğini ve tetiklemelerinden de sorumlu olduğunu söylemiştir. Komplo teorisyenleri için bir mıknaş olarak adlandırılan HAARP'ın kuraklıklar, kasırgalar, Pakistan ve Filipinlerdeki fırtınaların ve yıkıcı depremlerin kaynağını olduğu ileri sürülmektedir. Körfez Savaşı sendromu, kronik yorgunluk sendromu da dahil olmak üzere çeşitli etkinlikler için de sorumlu olmuştur denilmektedir. Komplo teorisyenleri de Nikola Tesla'nın pnömatik küçük ölçekli deprem ürettiğini belirtmişlerdir. Fizikçi Bernard Eastlund'ın çalışmaları arasında bu bağlantıları araştırmıştır.

Golka para bularak Tesla bobinini depodan çıkarıp Leadville taraflarında yeniden dikti. Umudu elektriği havadan iletebilmektir ama şunu da kabul ediyordu; İletmeyi başarsa bile o elektrik nasıl kullanılacaktı? Belki nitrojen lazerleri kullanarak atmosferde delikler açılabilir ve bu delikler elektrik telleri gibi iş görerek elektriği gerektiği yerde aşağı indirebilirlerdi. Golka başarılı olursa Colorado'daki iletme kulesi sinyal verecek ve aynı zamanda da Tesla'nın hayalinin de gerçekleştiğini ilan edecekti. Birçok uzmanın bu fikri küçümsemesine karşın bazıları çekinerek olsa da ilgi gösteriyorlar. Havanın nasıl iletken olarak kullanılacağı önemli bir araştırma konusudur. Fizikçi Bernard Eastlund yeni bir sistem geliştirdi; bu sistemle büyük oranda elektromanyetik enerjiyi atmosferin üst katmanlarındaki belirli yerlerine gönderilecek. Bu tam olarak yapıldığında, şaşırtıcı başarılar elde edilecektir; roketler orta yörüngede görülecek, haberleşme sistemlerinde arızalar meydana getirmek ve hatta hava durumunun değiştirilebileceği iddia edilmektedir. Sibirya'nın altında büyük miktarda katı petrol ve gaz rezervleri olduğu bilinmektedir. Düşük frekanslarda yüksek enerji transfer edilerek oldukları yerlerde ergime yapılabilir mi?

Diğer bir teori ise San Andreas fay hattında meydana gelebilecek büyük bir depremin Amerikan ekonomisine çok büyük zarar vereceği bildiğinden ABD, yer kabuğundaki değişimleri izleyerek, daha deprem oluşmadan tektonik katmanlar arasında artan basıncı değişik noktalardan patlatıp boşaltarak, büyük depremi küçük depremler haline dönüştürmenin yöntemi üzerinde çalışmıştır. Yıllarca önce Nikola Tesla tarafından geliştirilen düşük frekanslı elektromanyetik ısınlama yüksek enerji nakli tekniğini hem Ruslar

hem de Amerikalılar uzun zamandır bir silah olarak kullanmanın yolunu aramaktadırlar. Bu yöntemle çok uzaktan, hatta uzaydan geniş alanlarda tahribat yapabileceği iddia edilmektedir. Pentagon yıllardır çok güçlü bir silah geliştirmek amacıyla üzerinde çalıştığı barışçı "deprem indirgeme"sistemini uygulamak için fonlamaya devam edildiği ileri sürülmektedir. Projenin Avusturalya'nın çıplak ve seyrek nüfuslu bölgelerinde denendiği ve geliştirildiği konusunda iddialarda bulunmaktadır. Yeni denemeler yapabilmek için Kafkaslar'ın, Okyanus tabanının ve Güney Amerika'da Ant dağlarında tektonik uyarılar verilmek suretiyle endüktif deprem 'yaratma' konusunda çalışmalar yapıldığı iddia edenlerde bulunmaktadır.

1981 yılında nükleer mühendis ve Amerika'daki önde gelen Tesla araştırmacısı Albay Thomas Bearden, Amerikan Psikotronik Derneği'nde bir konferans verdi. Konuşmasının bir bölümünde aynı zamanda 1978 Specula dergisinde de tartışılan Tesla vericileri tarafından üretilen kalıcı dalgalardan bahsetti. Albay Aslında HAARP'ın nasıl çalıştığını anlatıyordu: "Yaptığınız şey frekansı değiştirmektir. Eğer frekansı bir yönde değiştirirseniz, enerjiyi dünyanın diğer bölümünde hedeflediğiniz yerin ilerisindeki atmosfere boşaltırsınız. Havayı iyonize etmeye başladıkça, hava akış seyrini, jet gidişlerini vb. şeyleri değiştirebilirsiniz. Bu mükemmel bir hava makinasıdır. Eğer ani bir şekilde boşaltırsanız, bunun gibi küçük iyonizasyon elde etmezsiniz. Bu kez kıvılcımlar ve ateş topları (plasma) dünyanın yüzeyine boşalacaktır. Bu aletle ileri geri oynayarak, dünya çapında dev hava değişikliklerine yol açabilirsiniz."

İyonosfer'e gönderilen dalgalar bir ısınmaya neden olduğu bunun ısının fay hatlarına boşaltılarak depremler meydana getirilebilir mi? Fay hattından çıkan radyoaktif radon gazı izlenerek deprem aktif durumu belirlenebilir mi?

Yer Altında Sonik Patlamalar ve Önceden Deprem Belirleme

Deprem oluşacak yerlerde yapılan stres ölçümlerin ve yapılan bilimsel çalışmaların amacı depremin uzaktan önceden belirlenmesine yöneliktir. Bilgilerin toplanması ve deprem olabilecek riski yüksek olan yerlerin belirlenmesi hedeflenmektedir. İyonosfer üzerinden stres olan yerde sonik patlamalar yapılarak depremin tetiklenmesi, öne alınması, soğurulması mümkün olabilir mi? Gazların, yüzey akımların ve gerilmelerin şiddetleri ölçülecek depremleri tahmin etmek için çalışmalar yapılmaktadır.

8. Uygulamalar

$$\lambda f = c \quad c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \quad \mu_o = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m} \quad \epsilon_o = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$P_R = P_T + G_T + G_R - 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi}{\lambda} \right) - 20 \log_{10} (r) \quad \text{Logarithmic Form}$$

$$P_R = \frac{P_T G_T G_R \lambda^2}{(4\pi r)^2} \quad \text{Linear Form}$$

Serbest uzayda yol kaybı aşağıdaki formülden dB olarak hesaplanır,
FSL=32,45+20log(d km)+20log(f MHz) dB.

Verici gücü dBm, verici ve alıcı anten kazançları dBi ve yol kaybı ise frekansa ve yol bağlı olarak hesaplanırsa alıcı tarafta beklenen gücün ne olacağı aşağıdaki formülden hesaplanır,

$$P_r = P_t G_t L_t G_r L_r \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \quad \text{Watt,}$$

$$P_r = P_t + G_t + G_r - \text{FSL} - F \text{ (dBm)}$$

Verici antenden d metre uzaktaki güç yoğunluğu,

$$P_d = \frac{P_t G_t L_t}{4\pi d^2} \quad \text{W / m}^2$$

Serbest uzaydaki uzak alanda elektromanyetik dalganın taşıdığı güç yoğunluğu (2) nolu denklemde verilen elektrik alan şiddetinden hesaplanır.

$$P_d = \frac{E^2}{\eta_0} = \frac{E^2}{120\pi} \quad \text{W / m}^2$$

Elektrik alan şiddeti güç yoğunluğu ya da verici gücü cinsinden hesaplanabilir.

$$E = \sqrt{120\pi P_d} = 19.4 \sqrt{P_d} = \frac{5.48}{R} \sqrt{P_t G_t L_t} \quad \text{V / m.}$$

Antenin kazancı ile efektif alanı arasındaki ilişki:

$$G = \eta_A \frac{4\pi}{\lambda^2} A_e$$

Logaritma:

$\log x = \log_{10} x$ ommon logarithm

$\ln x = \log_e x$ Natural logarithm

$y = \log_{10} x$ ise $x = 10^y$

$$\log(abc) = \log a + \log b + \log c$$

$$\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log a - \log b$$

$$\log a^n = n \log a$$

$$\log 1:0, \log 10=1, \log 2 \approx 0.3, \log 3 \approx 0.5, \log 5 \approx 0.7, \log 7 \approx 0.8$$

Decibels: Decibel Calculations

Çıkış işaret seviyesinin giriş işaret seviyesine oranı kazanç, kayıp ya da buffer olarak kendini ifade eder.

Voltage Gain or Attenuation: $\text{dB} = 20 \log V_{\text{out}} / V_{\text{in}}$

Current Gain or Attenuation: $\text{dB} = 20 \log I_{\text{out}} / I_{\text{in}}$

Power Gain or Attenuation: $\text{dB} = 10 \log P_{\text{out}} / P_{\text{in}}$

Açıklama: Orandır, birimsizdir.

Tx power gücü, kablosuz bir sistemin çıkışını RF arayüzünde üretilir.

1. dBm – a relative power level referencing 1 milliwatt
2. dBw – a linear power level referencing Watt

$$\text{dBm} = 10 \times \log[\text{PmW}]$$

$$\text{dBw} = 10 \times \log[\text{Pw}]$$

$$\text{dBm} = \text{dBw} + 30$$

$$\text{dBw} = \text{dBm} - 30$$

Test

Elektromanyetik dalgalar veya radyo dalgaları ışık hızında hareket eder, $c = \sim 300.000 \text{ km / s}$. Bir elektromanyetik dalga'nın dalga boyu λ , yayınım frekansı f ise $\lambda = c/f$ formülüyle belirlenir ve birimi metredir.

Bir elektromanyetik dalga _____ oluşur.

- a) Hem elektrik alanı hem de manyetik alan
- b) Yalnızca elektrik alan
- c) Yalnızca manyetik alan
- d) Sadece manyetik olmayan alan

Aşağıdakilerden hangisi elektromanyetik dalgadır?

- a) Radio dalgaları
- b) Işık
- c) Gamma ışınları
- d) Yukardakilerin tümü

Güç yoğunluğu temel olarak birim alan başına güç olarak adlandırılır

- a) Yansıyan
- b) Kırılma
- c) Yayılan
- d) Kırınım

CEVAP: Yayılan

dBm kısaltmasının anlamı nedir?

- a) dB Meter
- b) dB ölçülen
- c) **dB Milliwatt**
- d) dB module edilen

Hangi iyonizasyon tabakası gündüzleri bulunur ve en yüksek rekombinasyon oranı nedeniyle genellikle geceleri yok olur?

- a) D-bölgesi
- b) Normal E-bölgesi
- c) Sporadic E-bölgesi
- d) Appleton bölgesi

Yanıt: D-bölgesi

Anten nedir?

- a) Empedans eşleme cihazı
- b) Elektromanyetik dalgaların sensörü
- c) Kılavuzlu dalga ve boş alan dalgası arasındaki dönüştürücü
- d) EM dalgaları yaymak veya almak için metalik cihaz

CEVAP: EM dalgaları yaymak veya almak için metalik cihaz

_____ **elektronları fotonlara veya tam tersine çeviren bir cihazdır.**

- a) Anten
- b) Elektron tabancası
- c) Foton yükseltici
- d) Mikrodalga tüpü

Yanıt: a

Elektromanyetik dalgalar hangi fenomen / fenomenlerden sonra iyonosferik yayılımı alıcı antene ulaşır?

- a) Yansıma veya Saçılma
- b) Refraksiyon
- c) defraksiyon
- d) Yukarıdakilerin hepsi

CEVAP: Yansıma veya Saçılma

İyonosferik yayılım hangi ad ile de bilinir?

- a) Deniz dalgası yayılımı
- b) Yer dalgası yayılımı
- c) Gökyüzü dalga yayılımı
- d) Yukarıdakilerin hepsi

CEVAP: Gökyüzü dalgası yayılımı

Aşağıdakilerden hangisi, elektrik alanının varlığı nedeniyle bir iyonosferde iletim akımının oluşmasında birincil rol oynar?

- a) iyonlar
- b) Elektronların hareketi
- c) Nötr moleküller
- d) Yukarıdakilerin hiçbiri

CEVAP: Elektronların hareketi

Hangi tip tel antenler dipol olarak da bilinir?

- a) Doğrusal
- b) döngü
- c) Helezoni
- d) Yukarıdakilerin hepsi

CEVAP: Doğrusal

Serbest uzayın karakteristik empedansı nedir?

- a) Bilinmiyor
- b) 50Ω
- c) Sonsuz
- d) 377Ω

Elektromanyetik dalgalar boş alanda yayıldıkça, bunlardan sadece biri önceliklidir:

- a) Emilim
- b) Yansıma
- c) Zayıflama**
- d) Kırılma

Antenler ----- dönüştürür.

- a) Fotonları elektronlara
- b) Elektronları fotonlara
- c) a ve b**
- d) Hiçbiri

Antenin ışıma alanı daraldıkça antenin kazancı:

- a) Artar
- b) Azalır
- c) Değişmeden kalır
- d) Antenin tipine bağlıdır

Yanıt: a

Bir izotropik antenin radyasyon paterninin doğası nedir?

- a) Küresel
- b) Karesel
- c) Eliptik
- d) Üçgen

CEVAP: Küresel

Enerjiyi her yöne eşit olarak yayan bir anten kaynağına ne denir?

- a) Isotropic source
- b) Anisotropic source
- c) Point source
- d) None of the mentioned

Yanıt: a

Bir izotropik antenin kazancı nedir?

- a) -1 dBi
- b) 0 dBi
- c) 5 dBi
- d) 10 dBi

Bir iletken ortam için, tatmin edilecek koşul hangisidir?

- a) $\sigma/\omega\epsilon > 1$
- b) $\sigma/\omega\epsilon < 1$
- c) $\sigma = \omega\epsilon$
- d) $\omega\epsilon = 1$

Answer: a

Bir dielektrik ortam için, tatmin edilecek koşul hangisidir?

- a) $\sigma/\omega\epsilon > 1$
- b) $\sigma/\omega\epsilon < 1$
- c) $\sigma = \omega\epsilon$
- d) $\omega\epsilon = 1$

Answer: b

Explanation: In a dielectric, the conductivity will be very less. Thus the loss tangent will be less than unity. This implies $\sigma/\omega\epsilon < 1$ is true.

Radyan frekansı $\omega=12 \times 10^8$ rad / s, ($\omega=\pi f$) ve 3×10^8 m / s yayılma hızına sahip bir dalga'nın faz sabitini hesaplayın. $\beta = \omega\sqrt{\mu_0\epsilon_0}$, $c=1/\sqrt{\mu_0\epsilon_0}$, $\beta = 2\pi/\lambda$

- a) 0.5
- b) 72
- c) 4
- d) 36

2 x10⁹ rad / s radyan frekansı ve 4 x 10⁸ birim faz sabiti olan bir dalga nın yayınım hızını hesaplayın. $\beta = \omega\sqrt{\mu\epsilon}$, $V=1/\sqrt{\mu\epsilon}$

a) 0.5

b) 5

c) 0.2

d) 2

Answer: b

Explanation: The velocity of a wave is the ratio of the frequency to the phase constant. Thus $V = \omega/\beta$. On substituting the given values, we get $V = 2 \times 10^9 / 4 \times 10^8 = 5$ units.

Aşağıdakilerden hangisi dalga nın uzunluğu ile dalga nın faz sabiti arasındaki doğru ilişkidir?

a) Phase constant = $2\pi/\text{wavelength}$

b) Phase constant = $2\pi \times \text{wavelength}$

c) Phase constant = $1/(2\pi \times \text{wavelength})$

d) Phase constant = $\text{wavelength}/2\pi$

Answer: a

Explanation: The phase constant is the ratio of 2π to the wavelength λ . Thus $\beta = 2\pi/\lambda$ is the correct relation.

Bir elektromanyetik dalga nın kayıpsız yayılması nasıl mümkündür?

a) Dielektrik dalga kılavuzu yayılımı

b) İletken yayılımı

c) Boşluk rezonatörünün yayılması

d) Mümkün değil

Answer: d

Explanation: There are many techniques employed to achieve zero attenuation or maximum propagation. But it is not achievable practically. Thus lossless propagation is not possible practically.

Hava ortamında hangi parametre değişmez?

a) Dielektrik sabiti

b) Mutlak manyetik geçirgenlik

c) Nispi manyetik geçirgenlik

d) Manyetik Geçirgenlik

Answer: c

Explanation: In free space or air medium, the relative permeability is also unity, like relative permittivity. The absolute permeability is given by $\mu_0=4\pi \times 10^{-7}$ units.

Boş alan ortamındaki iletkenlik parmetresinin değeri nedir?

- a) Sonsuz
- b) 1
- c) 0**
- d) -

Answer: c

Explanation: As the charge carriers are not available in free space, the conductivity will be very low. For ideal cases, the conductivity can be taken as zero.

İletim hatları veya dalga kılavuzları (kablolu) olmadan hava ortamında hareket eden bir dalganın hızı nedir?

- a) 6×10^8
- b) 3×10^8**
- c) 1.5×10^8
- d) 9×10^8

Answer: b

Explanation: In free space or air medium, the velocity of the wave propagating will be same as that of the light. Thus the velocity is the speed of light, $V = c$. It is given by $3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

Alıcıya ulaşmak için farklı yollar izleyen elektromanyetik sinyalin etkisi ne olarak adlandırılır?

- a) Çok yollu etkiler**
- b) Diferansiyel yol etkileri
- c) Yayılma gürültüsü
- d) Atmosferik bozulma

Answer: a

Explanation: Serious distortion of signal modulation may occur due to different paths simultaneously travelled by the signal between transmitter and receiver. These are called multipath effects.

Elektromanyetik spektrumda mikrodalga frekansı hangisidir?

- a) 10 Hz
- b) 1 kHz
- c) MHz
- d) 10 GHz**

-3 dB güç hangi mutlak değere karşılık gelir?

- a) 1
- b) 0.5**
- c) 0.1
- d) 10^{-3}

Hangisi bir anten parametresi değildir?

- a) Kazanç (Gain)
- b) İletkenlik (Conductivity)**
- c) Yönlülük (Directivity)
- d) Işıma Paterni (Radiation Pattern)

Hangi ifade anten tipi için geçerli değildir?

- a) Parabolic reflector
- b) Microstrip
- c) Fraunhofer**
- d) Horn

Aşağıdaki antenlerden hangisi en yüksek kazanca sahiptir?

- a) Horn antenna**
- b) Hertzian dipole
- c) Handy antenna
- d) Isotropic radiator

Kritik frekans iyonosferden yansıma frekansı olduğuna göre uydu iletişim frekansı ne olmalıdır.

- a) Kritik frekanstan daha fazlası**
- b) Kritik frekanstan daha az
- c) Kritik frekansa eşit
- d) Yukarıdakilerin hiçbiri

Elektromanyetik dalga denklemi

Açıklama: Bir düzlemsel elektromanyetik dalganın elektrik alanı

$$E(z, t) = A \cos(\omega t - \beta z) a_x \text{ V/m ise}$$

elektrik alan x- eksenine paralel, manyetik alan y-eksenine paralel;

elektromanyetik ışıma ise z-yönünde olmaktadır.

$$H(z, t) = \frac{E_x}{\eta_0} a_y \text{ A/m, } \eta_0 = 377 \text{ ohm.}$$

A genlik değeridir. Açısal hız, $\omega = 2\pi f \text{ rad/sec}$. Faz sabiti, $\beta = \frac{2\pi}{\lambda}$.

Soru: Bir düzlemsel elektromanyetik dalganın elektrik alanı,

$E(z, t) = 100 \cos\left(2\pi 10^9 t - \frac{\pi}{2} z\right) a_x \text{ V/m}$ ise elektromanyetik dalganın aşağıdaki özelliklerini bulunuz. $\pi=3$ alınacaktır.

- a) Genliği, $A=100$
- b) Dalga sayısı, $\omega=2\pi f=2\pi 10^9$
- c) Frekans= 10^9 Hz
- d) Dalga boyu, $\lambda=c/f=3 \times 10^8 / 10^9=0.3 \text{ m}$
- e) Faz sabiti, $\beta = \frac{2\pi}{\lambda} = 2 \times 3 / 0.3 = 20 \text{ rad/m}$
- f) Faz hızı, $V_p = \frac{\omega}{\beta} \text{ m/sec}$
- g) Işıma yönü, y
- h) Manyetik alan bileşeni,

$$H(z, t) = \frac{100}{377} \cos\left(4\pi 10^9 t - \frac{\pi}{2} z\right) a_y \text{ A/m}$$

Soru: Bir düzlemsel elektromanyetik dalganın elektrik alanı,

$E(z, t) = 10 \cos(3\pi 10^8 t - \pi z) a_x \text{ V/m}$ ise elektromanyetik dalganın aşağıdaki özelliklerini bulunuz. $\pi=3$ alınacaktır.

- a) Genliği, $A=10$
- b) Dalga sayısı, $\omega=2\pi f=3\pi 10^8$
- c) Frekans= $1.5 \times 10^8 \text{ Hz} = 150 \text{ MHz}$
- d) Dalga boyu, $\lambda=c/f=3 \times 10^8 / 10^9=2 \text{ m}$
- e) Faz sabiti, $\beta = \frac{2\pi}{\lambda} = 2 \times 3 / 2 = 3 \text{ rad/m}$
- f) Faz hızı, $V_p = \frac{\omega}{\beta} = 3 \times 10^8 \text{ m/sec}$, ışık hızı
- g) Işıma yönü, y
- h) Manyetik alan bileşeni,

$$H(z, t) = \frac{10}{377} \cos(3\pi 10^8 t - \pi z) a_y \text{ A/m}$$

Soru: Serbest uzayda ışıma yapan düzlemsel elektromanyetik dalganın elektrik alan bileşeni $E=E_0\cos(\omega t-\beta_0 z)$ dir. $\omega= 12.56\text{M rad/sec}$, $\pi = 3, \omega = 2\pi f \text{ rad/sec}$

1. frekansı bulunuz.
2. Dalga boyunu bulunuz.
3. Peryodunu bulunuz
4. $\beta = \frac{2\pi}{\lambda}$, rad/m cinsinden birim uzunluğundaki dalga sayısını bulunuz.
5. $E_0=100 \text{ V/m}$ ise elektrik alan denklemini yazınız.

Electromagnetic Radiation

AM, FM ve 3G - GSM elektromanyetik sinyallerinin dalga boyu nedir?

Açıklama: AM bandı 500 kHz'den 1500 kHz'e uzanır, $f=1500\text{kHz}$ alınız. FM bandı 88MHz'den 107MHz'e kadardır, $f=100\text{MHz}$ alınız. 3G – GSM içi $f=2\text{GHz}$ alınız.

Elektromanyetik dalganın frekansı ile dalga boyu arasındaki ilişki nedir?

$c = \lambda f$ Wavelength and frequency are inversely proportional. When wavelength goes up, frequency goes down.

Elektromanyetik dalganın frekansı ile enerjisi arasındaki ilişki nedir?

$E = hf$ Energy and frequency are directly proportional. When frequency goes up, energy also goes up. h is Planck's constant, $6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$.

Which color of visible light has the longest wavelength? Red

Which color has the shortest? Violet

Which color of visible light has the highest energy? Violet

Which color has the lowest? Red

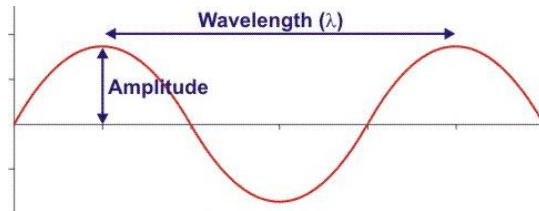
What is meant by the "frequency of light"? What is the symbol & what is the SI unit for frequency?

The frequency of light is the number of cycles per second of the electrical or magnetic wave that makes up electromagnetic radiation. The symbol is the Greek letter ν and the SI unit is the Hz, which is one cycle per second.

Hz, KHz ve MHz birimlerini dönüştürünüz.

Hz is one cycle per second. In calculations, Hz is replaced with $1/\text{s}$ or s^{-1} . KHz = kilohertz, or 10^3 Hz . MHz = megahertz, or 10^6 Hz .

Bir dalganın şemasını çizin ve dalga boyunu ve genliğini etiketleyin.



425 nm dalga boyuna sahip mavi ışığın frekansı nedir?

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{425 \times 10^{-9} \text{ m}} = 7.06 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

W 20 m dalga boyuna sahip kısa dalga radyo iletiminin frekansı nedir?

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{20 \text{ m}} = 1.5 \times 10^7 \text{ s}^{-1} = 15 \text{ MHz}$$

Frekansı, $4.6 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$ olan kırmızı ışığın dalga boyu nedir?

$$\lambda = c/f = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{4.6 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}} = 6.5 \times 10^{-7} \text{ m} = 650 \text{ nm}$$

Radyo dalgalarını alacak şekilde tasarlanan antenler tipik olarak dalga boyunun yarısıdır. Anten, televizyon kanalı frekansı 55MHz olan elektromanyetik dalgaları almak için ne kadar olmalıdır?

$$\lambda = c/f = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{55.5 \times 10^6 \text{ s}^{-1}} = 5.41 \text{ m} \quad \lambda/2 = 2.70 \text{ m}$$

Frekansı 68 MHz olan AM yayın bandından gelen bir radyo dalgasının enerjisi nedir?

$$E = hf = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s} \times 680 \times 10^3 \text{ s}^{-1} = 4.5 \times 10^{-28} \text{ J}$$

Cep telefonunuzdan gelen radyo sinyallerinin enerjisi nedir? Aktarım frekansının 900 MHz olduğunu varsayın.

$$E = hf = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s} \times 900 \times 10^6 \text{ s}^{-1} = 6 \times 10^{-25} \text{ J}$$

Frekansı $4.6 \times 10^{14} \text{ Hz}$ olan kırmızı ışığın enerjisi nedir?

$$E = hf = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s} \times 4.6 \times 10^{14} \text{ s}^{-1} = 3.0 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Dalga boyu 10^{-10} m olan bir x-ışının enerjisi nedir?

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{10^{-10} \text{ m}} = 3 \times 10^{18} \text{ s}^{-1}$$

$$E = hf = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s} \times 3 \times 10^{18} \text{ s}^{-1} = 2 \times 10^{-15} \text{ J}$$

Example : A microwave transmitter operating at the carrier frequency of 6 GHz is protected by a Plexiglas radome whose permittivity is $\epsilon = 3\epsilon_0$.

The refractive index of the radome is $n = \sqrt{\epsilon/\epsilon_0} = \sqrt{3} = 1.73$. The free-space wavelength and the wavelength inside the radome material are:

$$\lambda_0 = \frac{c_0}{f} = \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^9} = 0.05 \text{ m} = 5 \text{ cm}, \quad \lambda = \frac{\lambda_0}{n} = \frac{5}{1.73} = 2.9 \text{ cm}$$

Antenna

Antenin boyutları nasıl belirlenir?

Antenin boyutları ışıma yapan elektromanyetik dalganın dalga boyu (λ) ile belirlenir.

$$\lambda = c/f$$

Anten empedans uyumu nedir?

Cevap: Anten, ışıma direncine uygun bir yük direnci ile bağlandığında, maksimum güç yüke aktarılır ve güç antenden yayılır. Buna anten empedans uyumu denir.

Geniş bandda ışıma yapan antenlerin sağlaması gereken temel özellikler nelerdir?

İşıma yapacak band boyunca geri dönüş kaybı minimum -10dB'nin altında, ideali ise -20dB'nin altında olmalıdır. Işıma paterni band boyunca ana lobun aynı yönde olması gerekir. Kazanç değeri 0 dan büyük olmalıdır.

Mikroşerit antenlerde boyutlar maksimum ne olur?

Mikroşerit antenlerde ground yüzeyi boyutları maksimum λ , ışıma parçasının boyutları ise maksimum $\lambda/2$ olmalıdır.

Kısa dipol nedir?

Kısa dipol, salınım gerilimi ve akımı nedeniyle yayınım yapan dalganın salındığı bir dipoldür. Çünkü dipolün uzunluğu kısadır ve akım, dipolün tüm uzunluğu boyunca neredeyse sabittir.

Anten nedir?

Anten, yönlendirilmiş bir sinyal ile bir boş uzay dalgası arasındaki bir geçiş cihazı, bir güç çevirici veya enerji aktarımı yapan sistemdir. Antenin ayrıca bir empedans dönüştürücü cihaz olduğu söylenir.

Bir antenin elektriksel özelliklerini yazınız.

Antenlerin bazı önemli elektriksel özellikleri şunlardır: kazanç, yönlendirilebilirlik, ışıma paterni, yan lob seviyesi, ışıma açıları, polarizasyon, çapraz polarizasyon, empedans, kayıplar, verimlilik, bant genişliği vb. Ve karşılıklık nedeniyle, belirli bir anten için her birinin değeri antenin alıcı ya da verici olup olmamasına bağlı değildir.

Hangi anten bütün doğrultulara eşit güçte yayınım yapar?

İzotropik anten, her yöne eşit kuvvetle yayılan bir antendir.

Işıma paterni nedir?

Radyasyon paterni, boşlukta mesafenin bir fonksiyonu olarak yayılan gücün göreceli dağılımıdır. Antenden eşit mesafede olan tüm noktalarda EM dalgasının gerçek alan kuvvetindeki değişimi gösteren bir grafikdir. Bir anten tarafından belirli bir yönde yayılan enerji alan kuvveti ile ölçülür. (E Volt / m)

Antenin alan bölgeleri nelerdir?

Cevap: Antenin etrafındaki alanlar iki ana bölgeye ayrılabilir.

- Yakın alan bölgesi (Fresnel bölgesi)
- Uzak saha bölgesi (Fraunhofer bölgesi)

Önden arkaya yansıma oranı ne anlama geliyor?

Cevap: İstenen yönde yayılan gücün ters yönde yayılan güce oranı olarak tanımlanır. yani $FBR = \frac{\text{İstenen yönde yayılan güç}}{\text{ters yönde yayılan güç}}$.

Dizi anten ile kastedilen nedir?

Cevap: Anten, istenen yönde daha fazla yönlülük elde etmek için benzer şekilde yönlendirilmiş benzer antenlerden oluşan, eşit dalga boylarında beslenen bir sistemdir.

Yönlülük nedir?

Bir antenin yönlendirilebilirliği, bir antenin uzak alanında gözlemlendiği gibi, maksimum güç yoğunluğunun bir küre üzerindeki ortalama değerine oranına eşittir.

Kazanç nedir?

Verilen yönde maksimum radyasyon yoğunluğunun, aynı giriş gücüyle aynı yönde üretilen bir referans anteninden maksimum radyasyon yoğunluğuna oranı. Test anteninden maksimum radyasyon yoğunluğu (G) = Aynı giriş gücüne sahip referans anteninden maksimum radyasyon yoğunluğudur.

Majör lobun ışıma genişliği nedir?

Işıma şablonunda (Pattern), maksimum yöndeki ana lobe ile ilk boşluk arasındaki açının iki katı ya da heriki taraftaki ilk boşluk arasındaki açı olarak tanımlanır.

Yan lob oranı nedir?

Yan Lob Oranı, ana lobun veya güç yoğunluğunun, en uzun minör lobun güç yoğunluğuna oranı olarak tanımlanır.

Radyasyon alanı nedir?

Radyasyon alanı, dipolün merkezinden belirli bir noktaya olan mesafenin çok büyük olduğu mevcut elemandan daha büyük bir mesafede üretilecektir. Ayrıca uzak alan olarak da adlandırılır.

What is a loop antenna?

A loop antenna is a radiating coil of any convenient cross-section of one or more turns carrying radio frequency current. It may assume any shape (e.g. rectangular, square, triangular and hexagonal).

Dipol anteni nedir?

İki kutuplu bir anten, iki ucun orta noktaya göre eşit potansiyelde olduğu simetrik bir anten olarak tanımlanabilir.

Yarım dalga dipol nedir?

Yarım dalga anten, çalışma frekansında boş alanda fiziksel olarak yarım dalga boyuna sahip olan metal çubuk veya borunun veya ince telin temel radyo antenidir.

Döngü anteni nedir?

Bir döngü anteni, radyo frekansı akımı taşıyan bir veya daha fazla turun herhangi bir uygun enine kesitinin yayılan bir bobindir. Herhangi bir şekil alabilir (örneğin, dikdörtgen, kare, üçgen ve altıgen).

Radyasyon paterni nedir?

Radyasyon paterni, sabit bir radyal mesafe ve frekans için yükseklik açısı azimut açısının bir fonksiyonu olan bir antenin radyasyon özelliklerinin bir temsidir.

Radyasyon verimliliği nedir?

Radyasyon verimliliği, yayılan toplam gücün girişinde kabul edilen toplam güce oranı olarak tanımlanır.

Spektrum analizörü nedir?

Spektrum analizörü, ek olarak frekans alanında bir dalgayı görüntülemek için kullanılan geniş bantlı süper heterodin bir alıcıdır, güç ölçümleri, yan bantlar da gözlemlenebilir.

Antenin yarım güç huzmesi genişliğini (HPBW) tanımlayın.

Anten Işıma Genişliği, bir antenin yönlülüğünün bir ölçüsüdür. Derece olarak açısal bir genişliktir, yayılan gücün yarıya düştüğü noktalar arasındaki radyasyon paterninde (ana lob) ölçülen maksimum değer.

Parazit elementler nelerdir ve nerede kullanılırlar?

Reflektör ve yönlendirici parçalar, besleyici hattına doğrudan bağlı olmayan pasif elemanlardır, ancak basitçe topraklanırlar ve parazit elemanlar olarak adlandırılırlar. Parazit elemanlar uyarmalarını yakındaki tahrik elemanından alırlar.

300 MHz'de çalışan yarım dalga dipolün etkili alanı nedir? Yarım dalga dipolün yönlendirici kazancı, $G_d=1.5$ dir.

$$A_e = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_d$$

Mikrodalga anteni için iki örnek veriniz.

Horn antenna, mikrostrip patch antenna

Mikroşerit anten nedir?

Bir mikroşerit yama anteni, PCB teknolojisi kullanılarak dielektrik substrat üzerine kazınmış ince bir metalik yamadan oluşur. Basılı anten olarak da adlandırılır. Performansı şekle (kare, dikdörtgen, üçgen, dairesel olabilir) ve boyuta bağlıdır.

Mikroşerit antenlerin özellikleri nelerdir?

Bunlar, bir yer düzleminin üzerindeki bir dielektrik substrat üzerinde iletken malzeme yamalarından yapılmış antenlerdir.

Avantajları: Küçük boyut, düşük maliyet, düşük ağırlık, kurulum kolaylığı.

Uygulamalar: Uzay araçları, uçak, gsm, wifi, wi-max, telemetri, uydu iletişimi ve savunma radar sistemlerinde kullanılır.

Bir piramidal horn antenlerinin açıklık boyutları 12x6 cm'dir ve 10 GHz frekansında çalışır. Işın genişliği ve yönlülüğünü bulun. Dalga boyunu, E ve H doğrultusundaki 3dB ışıma genişlik açılarını, kazancı ve yönlülüğünü hesaplayınız.

$$\lambda =$$

$$d = 12 \text{ cm} \text{ and } w = 6 \text{ cm}$$

$$\text{Beamwidth: } \phi_E = 56 \frac{\lambda}{d} = \quad ^\circ$$

$$\phi_H = 67 \frac{\lambda}{w} = 33.5^\circ$$

$$\text{power gain} = \frac{4.5wd}{\lambda^2} = \quad = \quad \text{dB}$$

$$\text{Directivity} = \frac{7.5wd}{\lambda^2} =$$

Anten dizilerinin avantajları nelerdir?

Birkaç aralıklı ve uygun şekilde fazlanmış radyatörlerden oluşan ışıma sistemine Anten dizisi denir. Anten dizisi daha yüksek yönlendirmeye sahip olmak için kullanılır. Böylece bu sistem uzun mesafeli iletişimde kullanılır.

Mobil ve kablosuz el telefon uygulamaları için kullanılan anten nedir? Sebep ver.

Normal modda çalışan sarmal anten, mobil ve kablosuz el seti uygulamaları için kullanılır. Normal mod sarmal anten kompakttır ve sarmalın eksenine dik düzlemde Omni yönlü radyasyon paternine sahiptir.

Yansımaz Oda'nın gerekliliklerinden bahsedin.

Bir Yankısız Oda, odanın tüm yüzeylerini emici malzeme ile kaplayarak yansımaz veya eko içermez hale getirilebilir. Tozsuz ve hatasız ortam yapılabilir.

Yansımaz odanın özellikleri nelerdir?

İç mekan ölçümlerinde kullanılır.

Kapalı Odanın tüm yüzeylerini emici malzeme ile kaplayarak yansımayı serbest veya yankısız hale getiren kapalı bir oda.

Bir yankısız bölmenin ana bileşeni emicidir.

Emiciler(absorber), piramitler veya kamalar şeklinde yapılır. Emiciler, normal insidans için geniş bir frekans aralığında çok düşük yansıma katsayısına sahiptir.

Neden anten ölçümleri genellikle Fraunhofer bölgesinde yapılır?

Anten ölçümleri genellikle Fraunhofer bölgesinde yapılır, çünkü, Field Uzak alan bölgesi (Fraunhofer bölgesi) antenin radyasyon düzenini belirler.

Radyasyon paterni mesafe ile şekil değiştirmez (alan hala $1/r$ olarak ölmesine rağmen) ve bu bölgeye yayılan alanlar hakimdir, E-alanı ve H-alanı birbirine dik ve yayılma yönü hakimdir. Ayrıca, antenler uzun mesafelerde kablosuz olarak iletişim kurmak için kullanılır.

Gökyüzü dalgasının yayılmasındaki önemi nedir?

İyonosferik tabakada, elektronun titreşimi, daha küçük titreşim genliği nedeniyle çok dar bir elips yolu oluşturacaktır.

Anten yükseklikleri 60m ve 120m olduğunda, bir uzay dalgasının kapsayabileceği maksimum mesafeyi bulun.

$$d_{max} = \sqrt{17h_t} + \sqrt{17h_r} \quad ; h_t, h_r \text{ birimleri metredir. } d_{max} \text{ kilometre olarak bulunur.}$$

Alma ve gönderme anten yükseklikleri sırasıyla 10m ve 100m olduğunda LOS sistemi aralığını bulun.

$$d_{max} = \sqrt{17h_t} + \sqrt{17h_r} \quad ; h_t, h_r \text{ birimleri metredir. } d_{max} \text{ kilometre olarak bulunur.}$$

Mikroşerit antenden ışıyan elektromanyetik sinyalin ışıma paterni dikdörtgendir. Işıma açıları 60 ve 70 derecedir. Antenin kazancını bulunuz. $G_{dBi} = 10\log\left(\frac{42000}{\theta \times \varphi}\right)$ θ ve φ değerleri derecedir.

$$G=10\log(42000/4200)= 10\log 10=10\text{dBi}$$

Parabolik reflektör antenden ışıyan elektromanyetik sinyalin ışıma paterni elipsdir. Işıma açıları 4 ve 13 derecedir. Antenin kazancını bulunuz. $G_{dBi} = 10\log\left(\frac{52000}{\theta \times \varphi}\right)$ θ ve φ değerleri derecedir.

$$G=10\log(52000/52)= 10\log 1000=30\text{dBi}$$

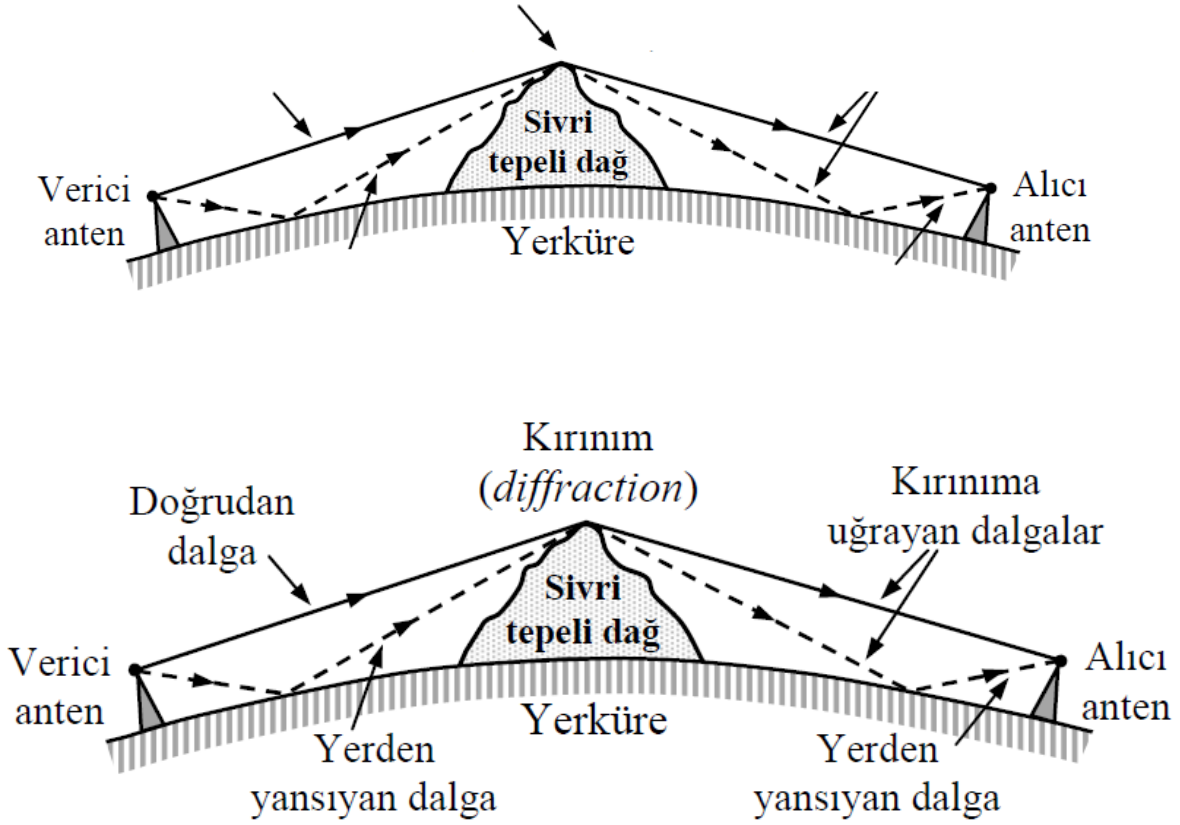
Propagation:

Elektromanyetik dalganın yayılma türleri (Propagation Modes) yazınız.

Antenden ışıyan elektromanyetik dalga aşağıdaki yollardan yayılır:

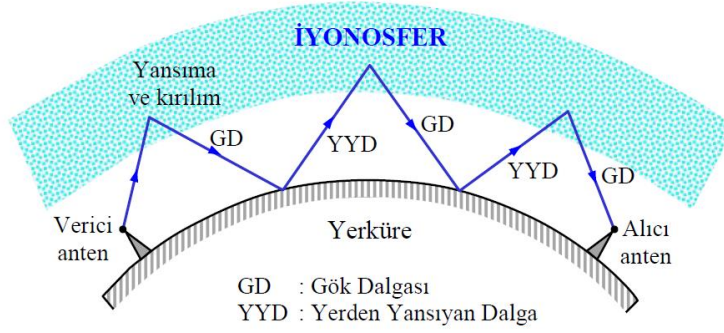
- 1) Doğrudan dalga yayılması (direct wave propagation) ya da görüş hattı yayılması (line-ofsight propagation)
- 2) Yansıyan dalga yayılması (reflected wave propagation)
- 3) Yer dalgası yayılması (ground wave propagation) ya da yüzey dalgası yayılması (surface wave propagation)
- 4) Troposferik dalga yayılması (tropospheric wave propagation)
- 5) Gök dalgası yayılması (sky wave propagation)

- 6) Elektromanyetik dalganın sivri tepeli dağlar ve binalar gibi engellerin üzerinden geçerken kırınıma (diffraction) uğraması sonucunda, Şekilde gösterildiği gibi, Elektromanyetik dalganın yayılım kırınıma uğraması sonucunda yönünü değiştirir. Ok ile çizili yerlerdeki dalganın özelliklerini yazınız.



Gökyüzü dalgasını tanımlayın?

İyonosferdeki yansımadan sonra alıcıya gelen dalgalara gökyüzü dalgası denir. 3 MHz ile 30 MHz arasındaki frekans bandındaki yapılan yayınlarda, elektromanyetik dalga iyonosfer tabakasından yeryüzüne nasıl ulaşır? Bu tür dalgalara ne isim verilir?



Elektromanyetik dalganın iyonosfer ile yerküre arasında birden fazla yansıması sonucunda alıcıya ulaşması

Gök dalgası yayılması, 3 MHz ile 30 MHz arasındaki frekans bandındaki yapılan yayınlarda, elektromanyetik dalganın iyonosfer tabakasında yansımaya ve kırılıma (refraction or bending) uğrayarak yeryüzüne doğru yayılmasıdır

Troposferik Dalga nedir?

Troposfer bölgesinden yansıma sonrası alıcıya gelen dalgalara Troposferik dalga denir (yani Dünya yüzeyinden 10 Km).

Yer Dalgası tanımlansın mı?

Dünya yüzeyinin yakınındaki diğer yolların üzerine yayılan dalgalara yer dalgası yayılması denir.

Yer dalgasının türü nedir?

Yer dalgası iki türe ayrılır: Uzay dalgası, Yüzey dalgası.

What is surface wave?

Wave that is guided along the earth' s surface like an EM wave is guided by a transmission is called surface wave. Attenuation of this wave is directly affected by the constant of earth along which it travels.

Uzay dalgası nedir?

Doğrudan dalga ve yerden yansıyan dalgadan oluşur. Ayrıca, dünya yüzeyi etrafındaki kırınım ve üst atmosferden yansıma sonucu alınan enerji kısmını da içerir.

Yüzey dalgası nedir?

Bir EM dalgası gibi dünyanın yüzeyi boyunca yönlendirilen dalga, yüzey dalgası olarak adlandırılır. Bu dalganın zayıflaması, içinden geçtiği dünya sabitinden doğrudan etkilenir.

What Are The Type Of Fading?

Answer : Two types: Inverse fading, Multi path fading.

Fading ile ne kastedilmektedir?

Fading, atmosferik koşulların bir sonucu olarak görüş hattı yollarında meydana gelen sinyal gücünün değişmesidir. Düzgün tahmin edilemez.

Fading türleri nedir?

İki tip: Ters fading, Çok yollu fading.

What Is Inverse And Multi Path Fading?

Answer: Inverse bending may transform line of sight path into an obstructed one. Multi path fading is caused by interference between the direct and ground reflected waves as well as interference between two or more paths in the atmosphere.

What Is Meant By Diversity Reception?

Answer: To minimize the fading and to avoid the multi path interference the technique used are diversity reception. It is obtained by three ways: Space diversity reception, Frequency diversity reception, Polarization diversity.

Define Space Diversity Reception?

Answer: This method exploits the fact that signals received at different locations do not fade together. It requires antennas spaced at least 100λ apart are preferred and the antenna which has high signal strength at the moment dominates.

Define Frequency Diversity Reception?

Answer: This method takes advantage of the fact that signals of slightly different frequencies do not fade synchronously. This fact is utilized to minimize fading in radio telegraph circuits.

Define Polarization Diversity Reception?

Answer: It is used normally in microwave links, and it is found that signal transmitted over the same path in two polarizations have independent fading patterns. In broadband dish antenna system, Polarization diversity combined with frequency diversity reception achieves excellent results.

What Are The Factors That Affect The Propagation Of Radio Waves?

Answer : Curvature of earth. Earth's magnetic field. Frequency of the signal. Plane earth reflection.

Diffraction of electromagnetic waves

- A. is caused by reflections from the ground wave
- B. arrives only with spherical wavefronts
- C. Will occur around edge of a sharp obstacle

Link Analiz:

1) $P_{out} = a \times b \times c$, $a = 20\text{dBm}$, $b = 40\text{dB}$ ve $c = -50\text{dB}$ ise P_{out} değeri

- a) Kaç dBm
- b) Kaç dBW
- c) Kaç watt
- d) Kaç miliwatt

$$10\log(P_{out}) = 10\log(a) + 10\log(b) + 10\log(c)$$

$$10\log(a) = 20\text{dBm}$$

$$10\log(b) = 40\text{dB}$$

$$10\log(c) = -50\text{dB}$$

$$P_{out} \text{ dBm} = 20\text{dBm} + 40\text{dB} - 50\text{dB} = 10\text{dBm}$$

$$P_{out} \text{ dBw} = 10\text{dBm} - 30 = -20\text{dBW}$$

2) $P_{out} = a \times b \times c$, $a = 100\text{W}$, $b = 200$ ve $c = 3$ ise P_{out} değeri

- a) Kaç watt
- b) Kaç dBW
- c) Kaç miliwatt
- d) Kaç dBm

$$P_{out} = 100 \times 200 \times 3 = 60000\text{Watt} = 60 \times 10^3 \text{ Watt} = 60 \times 10^6 \text{ mWatt}$$

$$P_{out}(\text{dBW}) = 10\log(2 \times 3 \times 10^4) = 10\log 2 + 10\log 3 + 10\log(10^4) = 3 + 5 + 40 = 48\text{dBW}$$

$$P_{out}(\text{dBmW}) = 10\log(2 \times 3 \times 10^7) = 10\log 2 + 10\log 3 + 10\log(10^4) = 3 + 5 + 70 = 78\text{dBm}$$

3) Bir sistemin çıkış güç kazanç değeri 0.001 ise K' 'yı yorumlayınız.

$K > 0$ ise kazanç, $K < 0$ ise kayıp

K' 'nın dB değerini bulunuz. Yorumlayınız.

$K_{dB} = 10\log(P_{out}/P_{in})$, $K_{dB} = +$ ise kazanç, $K_{dB} = -$ ise kayıp

$$K_{dB} = 10\log(K) = 10\log(10^{-3}) = -30 \text{ dB Kayıp söz konusudur.}$$

4) dBm ve dBW ne demektir? Oran olarak ifade edilebilir mi?

Güç ölçümünün logaritmik ifadesidir. Hayır.

$$P_{dBm} = 10\log(P_{mW})$$

$$P_{dBw} = 10\log(P_W)$$

$$1 \text{ watt} = 10^3 \text{ mWatt}$$

$$1 \text{ mWatt} = 10^{-3} \text{ watt}$$

5) Değeri 100 olan antenin kazancını kaç dBi dir?

$$G_{dBi} = 10\log(G)$$

$$G_{dBi}=10\log 100=20\text{dBi}$$

Soru: İki yönlü bir iletişim bağlantısında minimum -55 dBm sinyale sahip bir alıcı bulunmaktadır. Alıcı anten kazancı 35 dBi ve verici anten kazancı 38.5 dBi'dir. Alıcı ve Verici tarafta kablo konnektör kayıpları 0dB dir. Taşıyıcı frekansı 24 GHz'dir ve verici ile alıcı arasındaki mesafe 60 km'dir. Yağmur yağmaya başladığını ve atmosferdeki zayıflamanın 0,2 dB / km olduğunu varsayalım.

Açıklama:

$$FSL=32.5 + 20\log(d_{km} \times f_{km})$$

$$Pr=Pt + G_t + G_r - FSL - L_t - L_r - \text{Fading}$$

$$\text{Fading (Atmosferdeki zayıflama)}= d_{km} \times 0.2 \text{ dB/km}$$

$$\log 2 \approx 0.3, \log 3 \approx 0.5, \log 5 \approx 0.7, \log 7 \approx 0.8$$

$$1\text{mW}=10^{-3}\text{Watt}$$

a) Taşıyıcı frekansı kaç MHz dir?

$$24\text{GHz}=24000\text{MHz}$$

b) Serbest Uzay Yol kaybı kaç dB dir?

$$FSL=32.5+20\log(60 \times 24000)$$

$$60 \times 24000=2 \times 3 \times 3 \times 2^3 \times 10^4 = 2^4 \times 3^2 \times 10^4$$

$$20\log(2^4 \times 3^2 \times 10^4)=80\log(2)+40\log(3)+80\log(10)=80 \times 0.3 + 40 \times 0.5 + 80 = 24 + 20 + 80 = 124$$

$$FSL=32.5+124=156.5\text{dB}$$

c) Yağmurdan dolayı 60km mesafe için atmosferdeki kayıp nedir?

$$\text{Fading (Atmosferdeki zayıflama)}= d_{km} \times 0.2 \text{ dB/km} = 60 \times 0.2 = 12\text{dB}$$

d) Sinyalin alıcı tarafından algılanabilmesi için minimum verici gücü watt olarak ne olmalıdır?

$$Pt=Pr-G_t-G_r+FSL+L_t+L_r+\text{Fading}$$

$$Pt=-55\text{dBm}-38.5-35+156.5+0+0+12=40\text{dBm}$$

$$P_{\text{tdBm}}=10\log P_{\text{tmW}}$$

$$40=10\log P_{\text{tmW}}$$

$$P_{\text{tmW}}=10^4 \text{ mWatt}$$

$$Pt=10\text{Watt}$$

Soru: Taşıyıcı frekansı 10 GHz olan uydu yer istasyonu ile uydu arasındaki mesafe 42000km'dir. Yağmur yağmaya başladığında atmosferdeki 10km'lik zayıflamanın 5.5dB olduğunu varsayın.

a) Serbest uzay yol kaybını, FSL'yi hesaplayın.

$$FSL = 32.5 + 20\log(d_{km} \times f_{MHz}) + \text{Fading}$$

Fading: Yağmur yağmaya başladığında atmosferdeki 10km'lik zayıflama

$$FSL = 32.5 + 20\log(42000 \times 10000) + 5.5 = 38 + 160 + 20\log(42)$$

$$20\log(42) = 20\log(2 \times 3 \times 7) = 20\log 2 + 20\log 3 + 20\log 7 = 6 + 10 + 16 = 32$$

$$FSL = 230\text{dB}$$

b) Uydu çıkış gücü 40Watt ise çıkış gücünü dBm cinsinden bulunuz.

$$P_t = 40\text{watt} = 40 \times 10^3 \text{ mW}$$

$$P_t \text{ dBm} = 10\log(2^2 \times 10^4) = 20\log 2 + 40 = 46\text{dBm}$$

c) Uydu transponder anten kazancı 34dBi, yer istasyonu anteni alıcı kazancı 30dBi ise alış seviyesini dBm cinsinden bulunuz. $P_r = P_t + G_t + G_r - FSL$

$$P_r = 46 + 30 + 34 - 230 = -120\text{dBm}$$

d) Yer istasyonu alıcı antenden sonra sinyal, LNB kuvvetlendirici devresine bağlanıyor. Kuvvetlendirme katsayısı 1000 ise LNB çıkışındaki güç seviyesini dBm olarak hesaplayın. $K = 10000$, $K_{dB} = 10\log(K)$

$$K_{dB} = 10\log(10^4) = 40$$

$$\text{LNB out } P_r = -120 + 40 = -80\text{dBm}$$

e) LNB çıkışındaki seviye -90 dBm den düşük ise sistem çalışmamaktadır. Bu durumda bulduğunuz değeri yorumlayınız.

Bulunan değer -80dBm olduğundan sistem çalışır.

2. Bir uydusunun verici gücü 40 W ve verici antenin reflektörünün çapı 25 cm'dir. Alıcı antenin çapı 125 cm'dir. Uydunun İstanbul'a uzaklığı 40 000 km, frekans 12GHz'dir. Alıcı anten tarafından alınan sinyal kaç dBm?

Link budget equation: $P_R = P_T + G_T - L + G_R$

Transmit power $P_T = 40 \text{ W} = 10 \cdot \log\left(\frac{P_T \text{ mW}}{1 \text{ mW}}\right) \text{ dBm}$

Wavelength: $\lambda = \frac{c_0}{f}$

Gain of transmit antenna: $G_T = 10 \cdot \log\left[\eta \left(\frac{\pi D_T}{\lambda}\right)^2\right] \text{ dB}$

Gain of receive antenna: $G_R = 10 \cdot \log\left[\eta \left(\frac{\pi D_R}{\lambda}\right)^2\right] \text{ dB}$

(Aperture efficiencies of the antennas were not given, here $\eta = 0.7$ is used for both antennas.)

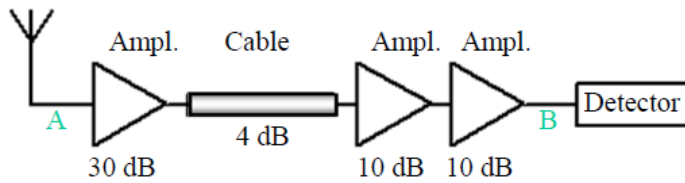
Path loss = free space loss:

$$L = 10 \cdot \log\left[\left(\frac{4\pi r}{\lambda}\right)^2\right] \text{ dB} = 20 \cdot \log\left(\frac{4\pi r}{\lambda}\right) \text{ dB}$$

received signal power is

$$P_R = P_T + G_T - L + G_R$$

3. A ile B arasındaki toplam kazancı dB cinsinden bulunuz ve katsayı olarak hesaplayınız.



2000 MHz’de çalışan tel antenin uzunluğu $\lambda/4$ ve kazancı 2 dBi’dir.

1. Dalga boyu nedir?
2. Tel antenin uzunluğu nedir?
3. Antenin yakalama alanı (capture area of the antenna) nedir? Bu alanı antenin fiziksel büyüklüğü ile karşılaştırın.

$$A_e = \frac{\lambda^2 G}{4\pi}$$

KAYNAKLAR

1. "Yönlendirilmiş Elektromanyetik Enerji Transferi ve Gerekli Yüksek Güç için Toryum Reaktörler", Yük. Müh. Sabahattin Cihad Yurt, İstanbul Teknik Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü, 2011, İstanbul.
2. www.erathpulse.com
3. "HAARP ve Zihin Kontrolü", Nick Begich
4. <http://www.maxicep.com/bilim-ve-teknoloji/telsiz-ve-radyonun-mucidi-marconi-nin-sirlari-19920.html>
5. <http://www.x-bilinmeyen.com/76oyk0/id8.htm>
6. Meksikalı gazeteci Mario Rojas Avendaro, "Ciudad Subterranean de los Andes" (Andların Yeraltı Şehri)
7. Colorado Springs Notes – *Nikola Tesla*
8. <http://en.wikipedia.org/wiki/Infrasound>
9. <http://www.detect-inc.com/downloads/DeTect%20LRAD%20Long%20Range%20Acoustic%20Device%20117.pdf>
10. "Introduction to HF Radio Propagation", IPS Radio and Space Services, Australian Government
11. <http://www.actionstunguns.com/>
12. "Uzay Silahları", Elektrik Mühendisi Metin Beynam, Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 1985