

Modern Yüksek Frekans Antenlerinin Seçilmesi ve Kullanılması

Hazırlayan :
Mustafa AltEB
ODTU

ÖZET

Yüksek frekans haberleşmesi, birçok yeni haberleşme ortamlarının varlığına rağmen günümüzde hâlâ kullanılmaktadır. Yüksek frekans haberleşme devrelerinin daha verimli olarak çalıştırılması bu tesirlerde, geliştirilmiş, yüksek kazançlı ve yüksek güçlü, antenlerin kullanılmasına bağlıdır. Bu yazıda, modern log-periyodik antenlerin karakteristikleri, rom-bik antenlerle karşılaştırılmış ve daha üstün ve daha ekonomik oldukları görülmüştür.

SUMMARY

Although, the advent of new communication media, high-frequency communication, today, is recommended in most installations. The efficient operation of high-frequency communication circuits depend upon the use of high-powered, high-gain sophisticated antennas. In this article, modern log-periodic antenna performance is compared with the rhombic's and it is proved that the log-periodic antennas have been more advantageous and more economical.

1. Giriş

Yüksek frekans haberleşme devrelerindeki trafik yükü 1970'de dakikada 12,5 milyon kelimeydi. Bu değer giderek artması çok olağandı. Mikro dalga röle sistemi, troposfer dönüştürücü sistem ve denizaltı telefon kablolarının kullanılmaya başlamasıyla, yüksek frekans haberleşmesinin azalacağı yolundaki düşünceler gerçekleşmemiştir. Bugün, radyo mühendisleri; alıcı ve verici uçlarda kullanılan antenlerin çok verimli olması için, sistem kazancı ve devre güvenilirliği bakımından, çaba sarfetmektedirler.

Bu yazı, yüksek frekans devrelerinde verim ve kazanç sağlayan modern yüksek frekans antenleri hakkında bilgi vermektedir.

2. GENEL,

Bir yüksek frekans haberleşme sisteminin tasarımında anten seçerken göz önüne alınacak parametreler; kullanılan nakil hattına göre bul-

nan duran dalga oranı, radyasyon diyagramı ve band genişliğidir. Antenin kurulacağı yerdeki toprağın elektriksel özellikleri ve alıcı istasyonlarındaki normal gürültü koşulları gibi diğer etkenlerin de gözönüne alınması ayrıca gereklidir. Anten kurma için gereken alan ve diğer antenlere olan yakınlık gibi fizikî etkenler de verilen bir devrede kullanılacak antenlerin seçilmesinde önemli rol oynar.

Bu parametreler incelenirse, önce bütün çalışma frekanslarında hat kayıplarını azaltmak ve güç taşıyan hattın uygun sonlandırılmamasından doğan duran dalgaların yarattığı en büyük gerilim ve akımı sınırlamak gerekir. Bu durumu gerçekleştirmek için de duran dalga oranı küçültülür.

Verici çıkış devrelerinde genellikle 2,5:1 oranında duran dalga oranına müsaade edilebilir, iyi tasarlanmış bir nakil hattında bu değer çok büyük kayıplara yol açmaz, örneğin 1,0 dB kayıplı bir hat kendi karakteristik empedansı

ile sonlandığımda 2,5:1 değerindeki bir duran dalga oranı yaklaşık olarak 0,3 dB'lik bir ek kayıba sebep olur.

Diğer taraftan özellikle yüksek güçlü tesislerde, büyük duran dalga oranları büyük akım ve gerilim değerlerinde meydana gelirler. Duran dalgalı bir hattaki en büyük gerilimle, aynı gücü taşıyan «sonsuz» uzun bir hattaki gerilim arasında

$$|E_{m.x}| = |E_{o.o}| (d-d_0)^{1/2} \text{ iliskisi vardır.}$$

50 i'lik karakteristik empedanslı bir hatta 50 kW'lık güç verildiği zaman hat geriliminin tepe değeri, 4 : 1'lik duran dalga oranında 4460 V'dur; bu gerilim değeri hat «sonsuz • uzun» veya kendi karakteristik empedansı üzerine kapatılmış ise (d.d.o 1:1), 2230 V'a düşer. Bu sayılardan, bir hattın güç taşıma kapasitesi en büyük gerilim ile kısıtlandığından, bu hat üzerinden taşınabilen güç, duran dalga oranı ile ters orantılıdır sonucuna varılabilir.

Bir hat; birim duran dalga oranı ile 50 kW taşıyabiliyorsa, duran dalga oranı 4 : 1 olduğunda bu değer ancak 12,5 kW olur.

Modern yüksek frekans antenleri, çalışma frekanslarının tümünde düşük değerli duran dalga oranı gösterirler ve uzaya yüksek güç yaya-bilirler. Yüksek frekanslı işaretlerin alınmasında, duran dalga oranının büyük olması kayıplara yol açar bu kayıpların değerinden çok, antenden alınan atmosferik gürültüler, tüp ve ortamda yaratılan diğer gürültüler yanındaki mer-tebesinin bilinmesi önemli sorundur.

Yüksek frekanslı alıcı sistemlerinde bu koşul her zaman vardır, gelen işaret nakil hattı kayıpları tarafından zayıflatılacağı gibi gürültü şiddeti de zayıflayacağından, işaret - gürültü oranında bir değişiklik olamaz.

Daha önemlisi alıcı antenin yönlü karakteristik göstermesiyle, antenin gürültü veya diğer yönlerden gelen istenmeyen yayımlara göre gelen esas işarete duyarlık göstermesidir. Bu nedenle yönlü ikincil parazit lopların varlığı bir antenin bu özeliğini bozabilir ve gerekirse daha az kazançlı fakat bu tip karakteristiği olmayan antenler kullanılır. Yüklü karakteristiğinin üstünlükleri istasyon çevresine ve gelen karıştırma işaretine bağlı olacaktır. Bazı durumlarda, örneğin radyasyon yönündeki kazancın, istenmeyen zıt yöndeki kazanca oranı büyük olan bir anten kullanılması, özel karıştırma işaretlerinden kaçınılması bakımından çok önemlidir.

Herhangi bir yüksek frekans haberleşme antenin en uygun radyasyon diyagramı, antenin kullanılmasıyla bağlantılıdır. En uygun radyas-

yon diyagramı seçiminde aşağıdaki koşullar sağlanmalıdır;

1. Alınan ıyadalı işaret-gürültü oranı için gereken gönderme gücünün minimuma indirilmesi.
2. İyonosfer koşulları değiştiğinde, güvenilir muhabere sağlamak amacıyla kullanılan frekans sayısının minimuma indirilmesi.
3. Karışma ve karıştırmaya - sebep olacak duyarlılığın azaltılması.
4. Çok yönlü göndermelerden doğan distorsiyonun minimum hale getirilmesi.

Bir yüksek frekans haberleşme sistemi için en uygun radyasyon diyagramının özelliklerinin belirtilmesi önemli bir sorundur. Bu konuda bir çok bilimsel araştırmalar yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar kesin olmayıp istatistik değeri vardır, İyonosfer özelliklerinde değişimler olduğundan, herhangi bir haberleşme sisteminde her zaman optimum özellik gösterecek tek bir radyasyon diyagramı yoktur. Bu nedenle, en iyi anten diyagramı, istenen zamanda güvenilir haberleşme sağlayacak olan diyagramdır.

S. HABERLEŞME YAPILACAK İKİ NOKTA ARASINDAKİ ANTENLER

iki nokta arasında haberleşme yapılırken, kullanılacak antenlerin seçiminde, İyonosferin özellikleri önemli rol oynar. Vericiden uzaya yayılacak dalganın İyonosferde yansıma sayısı, yansıtma tabakasının zahiri yüksekliği, radyasyon diyagramına etki edeceğinden bilinmesi gereken bilgilerdir. Radyasyon diyagramı yüksek frekanslı sistem tasarımında en önemli etkenlerden biridir. 2000 - 5000 mil'lik göndermelerde en kuvvetli işareti verecek ortalama düşey radyasyon açısı yaklaşık olarak 10°'dir, 3° - 18° arasında değişir. Anten yüksekliği sınırlan ve radyasyonun ufku aşamaları nedeniyle 3°den küçük düşey açılar pek kullanılmaz.

Son zamanlara kadar, orta ve uzun mesafe noktadan - noktaya yüksek frekans haberleşme devreleri için anten olarak rombik ve V-antenleri kullanılıyordu. Bir devre için anten sistemi tasarımı istenen rombik veya V-antenlerin kurma ve istenen yöns doğrultmaktan ibaretti. Bu durumda karşılaşılan ana zorluklar rombik antenlerin bilinen yetersiz karakteristiklerinden ileri gelmektedir. Birmcisl, bu antenlerin fiziki yapıları çok büyüktür, bu nedenle kurma alanı fazla olmakta, pahalıya mal olmaktadır. Rombik antenlerin ikincil loblu karakteristikler göstermesi nedeniyle bu tip antenler istenen yönde yük-

sek kazançlı olsalar bile, bu lobların etkisiyle istenmeyen yönlerde de yüksek kazanç göstererek alıcı anten olarak kullanıldıkları zaman karıştırmaya neden olmaktadır. Rombik antenlerin geniş band karakteristikleri; giriş empedansının geniş frekans bandı içerisinde sabit kalmasına rağmen, bunların yönlü karakteristikleri aynı alan içinde sabit kalmadığından, yanlıcıdır. Rombik antenlerin yayılma düzlemindeki radyasyon diyagramları frekansa bağlıdır, bu tip diyagram, iyonosferden yansıma durumlarında çok önemlidir.

Log-periyodik antenler, rombuk antenlerin birçok üstünlüklerine sahip olmakla beraber bu antenlerin sakıncaları yoktur, ilk olarak, log-periyodik antenler rombuk antenlere nazaran % 20 daha az alan gerektirir. Alıcı anten alanlarında, daha sonra da bahsedileceği gibi, loğ - periyodik antenler polarizasyon-diversite şekillerinde kullanılarak, daha büyük ekonomi de sağlanabilir.

Modern loğ - periyodik antenler ikincil parazitik loblu karakteristik göstermezler ve karışmayı mümkün meritebe azaltırlar. Son olarak, modern log-periyodik antenler çok geniş frekans bandında (10 : 1 veya daha çok) giriş empedanslarını ve yönlü karakteristiklerini koruyabilirler. Ve sonuç olarak bu antenlerle radyo-frekans enerjisi istenen doğrultuda neşredüebilmektedir. Modern log-periyodik antenlerin çalışma ilkesini ve karakteristiklerini rombuk antenlerle karşılaştırılm.

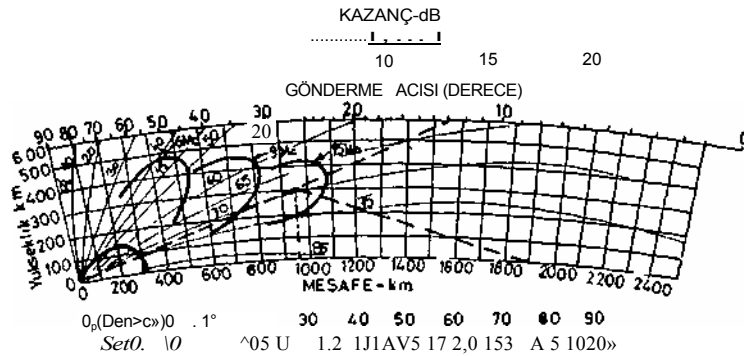
Log-periyodik (logriLmik olarak periyodik) adı, antenin diyagramının ve empedans karakteristiklerinin frekansın logaritması ile periyodik olarak değişmesinden ve anten yapısının elektriksel özelliğinden doğmuştur. Herhangi bir periyotta, radyasyon diyagramı ve empedans değişimleri küçük tutularak, bütün çalışma frekanslarında işletme karakteristikleri frekansa bağlı olmayacak şekilde elde edilmektedir. Log-periyodik anten de rombuk anten gibi bir dönen dalga yayın siste-

midir, fakat rombuk antenin tersine, hem geniş band radyasyon diyagramı hem de geniş bandlı empedans karakteristiği vardır. Diğer bir ifade ile, log-periyodik anten 10:1 veya daha iyi bir frekans bandı içerisinde aynı radyasyon diyagramını ve aynı zamanda sabit empedans karakteristiği verecek şekilde hesaplanabilir. Rombik anten sadece, aynı frekans bandında, sabit empedans karakteristiği verir, fakat sabit radyasyon diyagramı göstermez. Log-periyodik antenin bu sabit yönlü karakteristiği çok önemlidir, çünkü bir yüksek frekans telsiz devresinin tasarımında düşünülmesi gereken noktalardan biri negredilen enerjinin, belli bir gönderme açısı ile tamamının nesredilebilmesidir. Çok çeşitli işletme frekansları kullanacak devrelerde bu husus rombuk antenler kullanıldığında, çeşitli büyüklük ve yükseklikte rombuk antenler kurularak gerçekleştirilebilir.

Yukarıdaki açıklamalardan loğ - periyodik antenleri bütün haberleşme sorunlarını çözümlenecek, rombuk antenleri de yüksek frekans sistemlerinde artık kullanılınıyacak bir anten tipi olarak görmemek gerekir. Her iki tip anteninde üstünlükleri ve sakıncaları vardır ve koşullara göre her iki anten de kullanılabilir.

Ancak rombuk anten kullanılan tesislerde, log-periyodik antenler kullanılmaya başlanırsa tesislerin çalışmalarının daha verimli olacağı bir gerçektir.

Log-periyodik antenlerin karakteristiklerinin elde edilmesi için yapılan matematiksel hesaplar oldukça karışık olmasına rağmen, iki yürüyen dalga esasına göre yapılan matematiksel olmyan açıklamalar oldukça basittir. Log-periyodik antenlerin çeşitli tipleri vardır. Bütün tiplerin ortak özellikleri; besleme hattının, elektriksel uzunlukların ve aralıkların, giriş empedansının, radyasyon diyagramı karakteristiklerinin çalışma frekansının logaritması ile periyodik olarak değişmesidir.



Şekil 1. Rombik anten diyagramları için gönderme yolunun tayini.

Vericide üretilen dalga, antenin yüksek frekans ucuna bir nakil hattı ile getirilir. Bu dalga besleme hattı boyunca antenin alçak frekans elemanlarına doğru iletilir. Bu dalga önce antenin en yüksek frekans radyatör elemanı ile karşılaşır. Bu eleman dalgaya çok empedans gösterir, dalga üzerinde bir etkisi yoktur. Ancak dalganın frekansı, herhangi bir elemanın rezonans frekansına yakın ise, bu elemanın göstereceği empedans, hattın karakteristik empedansına yakın olacak, ve sonuç olarak gelen radyo frekans enerjisinin büyük kısmı uzaya yayılacaktır. Bu aktif bölge dışında, alçak frekans radyatörleri tekrar, kalan enerjiye yüksek empedans gösterirler.

Böylece, bir log-periyodik anten, yönlü karakteristiği frekansa bağlı olmaları veya önceden tesbit edilmiş olarak frekansa bağlı olarak değişen bir yönlü karakteristiğe sahip olacak şekilde tasarlanabilir.

Bir antenin diğer bir antene göre kazancı basit olarak

$$G = \frac{P_{max}}{P_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \cdot \frac{P_{in}}{P_{out}}$$

$G =$ olarak tanımlanır.

Bu ifade P_1 ve P_2 ; her iki antenin en büyük radyasyon şiddeti doğrultusunda eşit A_1 ve A_2 , radyasyon şiddetleri meydana getirmeleri için sağlanacak güçlerdir.

Bir haberleşme devresinde kullanılacak herhangi iki antenin uzunluğu, bu antenlerin mutlak kazançlarına göre yapılmaz, önemli etken bu antenlerin birbirlerine göre işaret gönderme yolu doğrultusundaki radyasyon şiddetleridir. Karşılaştırmalı radyasyon şiddeti bu yazıda etken kazanç olarak adlandırılacaktır.

4. GÖKDALGASI TRANSMİSYON ABAKI

Stanford Üniversitesi profesörlerinden R.A. Hellwell'in geliştirdiği gökdalgası transmisyona abakı iyonosfer tabakasından yansıyan işaret yollarının grafik analizini yapmada çok kullanılır. Anten seçiminde olduğu kadar hakiki devre planlamasında da ilgili etkilerin anlaşılmasını

sağlar. Aşağıda bu abakın rembik antenlere ve modern log-periyodik antenlere uygulanması anlatılmaktadır.

Şekil 1'de de görüldüğü gibi abak, iyonosfer yolu haberleşmede geçen ana parametrelerin uygun şekilde yerleştirilmesinden oluşmuştur. Şekil 1'de, yatay eksen, dünya üzerindeki herhangi bir verici ve alıcı arasındaki en büyük dairesel uzaklığı kilometre olarak, dikey eksen, de kilometre olarak yeryüzüne göre yükseklikleri gösterir ve iyonosfer tabakalarının yüksekliğinin; zahiri yansıma noktasının bulunması için kullanılır. Abakın üst kısmında bulunan diğer bir eksen de, derece cinsinden, işaret gönderme yolu ile yatay arasındaki açının (gönderme açısının) bulunmasını sağlar. Son olarak, abak üzerindeki θ ile gösterilen eğriler yayılma yolunun iyonosferdeki zahiri yansıma noktasında yaptığı alma açısını göstermektedir; Bu açı en alttaki çevirme skalası ile gönderme yolu için yararlı en büyük frekansın (MUF) bulunması için kullanılır. Bu abak dünyanın yuvarlaklığı gözönünde tutularak ve atmosfer kırılmasını hesaba katarak çizilmiştir, böylece işaret gönderme yolları düz doğru çizgiler olarak gösterilebilir.

Gökdalgası transmisyona abakının kullanılması aşağıdaki örnekte açıklanmıştır :

örnek: Alıcı ve verici arasındaki uzaklık 1900 km, olsun ve iyonosferik yansımanın tam orta noktada (950 km) olması için tek bir yansımali bir işaret gönderme yolu varsayalım. F_2 tabakasından tek yansımali bir gönderme sağlayacak bir çalışma frekansı için, zahiri yükseklik yaklaşık olarak 300 km kabul edilebilir. Zahiri gönderme yolunun görünümü, zahiri yansıma noktasının (300 km yükseklikte ve başlangıçtan 950 km uzaktaki nokta) başlangıç noktasına ve 1900 km'ye birleştirilmesiyle ortaya çıkar. Şekil 1'de kesik çizgilerle gösterilmiştir. Bu yolun sol parçası uzatılarak üstteki açı eksenini kestirilir ve böylece gönderme açısı yataydan 13° yukarıda olarak bulunmuş olur.

Grafiğin sol alt köşesinde, $1/4$ dalga boyu, monopol bir antenin radyasyon diyagramı çizilmiştir. Bu diyagram üzerinde, gönderme yolu doğrultusunda radyasyon şiddeti, şeklin üst kısmında bulunan Kazanç - dB skalası yardımı

ile ölçüldüğünde, bu tek kutuplu antenin, bu ağda izotropik antene göre yaklaşık olarak 4,8 dB kadar kazancı olduğu bulunur. Yansıma noktasındaki zahiri alma açısı f_a , yaklaşık olarak 68° 'dir ve bu açı alttaki çevirme skalası ile seç $\langle f^{\wedge} \rangle = 2,7$ 'ye dönüştürülebilir. Bu değer; gönderme yolu için yararlı en büyük frekans (MUF) in, yansıma noktasındaki *düşey* alma kritik frekansının, 2,7 katı olduğunu gösterir.

Aynı şekilde, iyonosferin F_2 tabakasının zahiri yüksekliğini 300 km kabul ederek, iki yansımali gönderme yolu karakteristiğini çıkarmak için alıcı ve verici arasındaki büyük dairesel uzaklık iki eşit parçaya bölünerek, tek yansımali gönderme yolunda olduğu gibi işlem yapılır. Bu durumda gönderme açısı 33° ve $1/4$ dalgaboylu monopol antenin izotropik antene göre kazancı 3,5-4 dB daha fazla bulunur. Yansıma noktasındaki zahiri alma açısı yaklaşık olarak 56° ve seç $f_a = 1,8$ olur. Bu açıdaki MUF, *düşey* *al-* *ma*, kritik frekansının 1,8 katıdır.

Gerçek bir haberleşme devresinin kalite analizinde alıcı verici antenlerin radyasyon diyagramları gözönüne alınmalıdır. Bu yöntem çeşitli mahallerden yapılan maksatlı karıştırma dahil, bir devrenin karışmaya olan duyarlılığının ve çok yönlü göndermelerden doğan distorsiyon problemlerinin analizinde de kullanılabilir.

$1/4$ dalgaboylu *düşey* monopol antenin yönlü karakteristiğine ek olarak Şekil 1 aynı zamanda rombik antenlerin frekansa bağlı radyasyon diyagramlarını da kapsamaktadır. Anten 15 MHz'de çalıştığı zaman enerjinin büyük kısmı istenen gönderme yolu doğrultusunda yayınlanmaktadır ve kazancı 19 dB'dir. 6 MHz bu anten için en düşük frekans olarak düşünülmüştür. Gönderme yolu doğrultusundaki anten kazancı yaklaşık olarak tek kutuplu antenin kazancı kadardır,

fakat daha büyük açılardaki *kazanç* tamamen ayrı bir gönderme yolunu gerektirecek şekilde yeterli olmakta bu durumda da çeşitli zorluklar ortaya çıkmaktadır. Bu tip antenler alıcı veya verici anten olarak kullanıldıkları zaman çok yönlü göndreme problemleri meydana gelir ve buna ilâve olarak, alıcı anten olarak, gönderme yolu dışı ve atmosferik karışmalara açık olabilecek ve verici olarak kullanıldığında istenmeyen gereksiz karışmalara sebep olabilecektir.

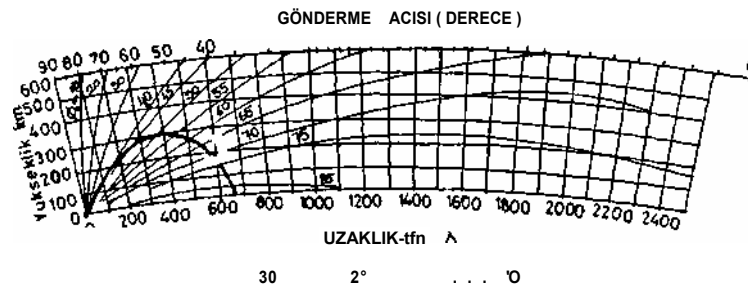
5. LOĞ PERİYODİK ANTEN

Yukarıda açıklanan rombik antenlerin tersine, Şekil 2 ve 3'te gösterilen log-periyodik antenlerin yönlü radyasyon diyagramlarının frekansa bağlı olmadıkları görülür.

Maksimum radyasyon şiddetinin, 3000'den 8000 km'ye kadar olan göndermelerde $3^\circ - 10^\circ$ gönderme açısı içerisinde yoğunlaştırılacağı hatırlanacak olursa, bu antenin uzun mesafeli devrelerdeki üstünlükleri açıkça görülür, örneğin, 5° 'lik bir gönderme açısı ile antenin kazancı izotropik bir radyatöre nazaran 10 dB daha fazladır. Üç adet log-periyodik anten Şekil 4'te görüldüğü gibi düzenlenirse, kazanç 14 dB'ye yükselir. Her iki durumda da, alma ve göndermede karışma ve girişime sebep olacak parazitik yüksek açılı ioblar yoktur. Her yere yakın *düşey* antende olduğu gibi, toprak kayıplarını azaltmak için bu tip log-periyodik antenlerde de toprak ekranı kullanılır.

6. LOG-PERİYODİK ROSETTE ANTENLER

Düşey polarizasyonlu, geniş bantlı dört log-periyodik antenin çapraz olarak kurulmasıyla meydana gelirler.



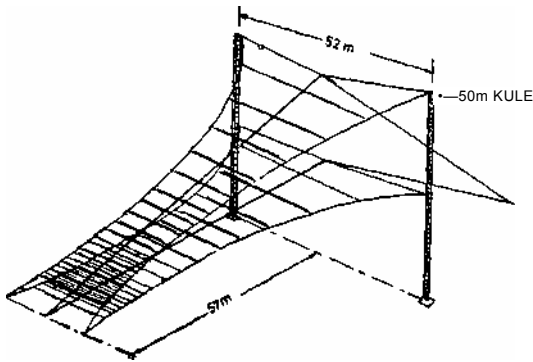
Şekil 2. *Düşey* polarizasyonlu, frekans bandı 2,5-32 MHz olarak tasarlanmış bir log - periyodik antenin radyasyon diyagramı.

Bu anten sisteminin radyasyon diyagramı gül yaprağı şeklinde olduğundan, bu diyagrama rosette diyagramı denir. Radyasyon denklemi

$$r = a \sin \frac{Q}{2}$$

Rosette diyagramının sağladığı faydalar :

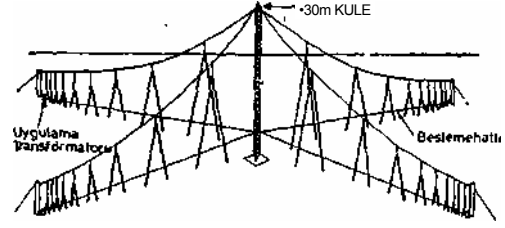
- Dört antende bir tek orta direktten beslen-diklerinden daha ekonomiktirler.
- Her anten diğer üçünden bağımsız olarak çalışabilir ve 110°'lik huzme genişliği sağlar, izotropik bir antene göre kazancı 10 dB'dir.
- Radyasyon doğru'tusundaki kazancın; radyasyon doğru'tusunun tersi yönündeki kazanç oranı 14 dB dir.
- Uygun alıcı veya verici kullanılarak birçok alıcı veya vericinin dört antenle bağlantısı sağlanır, 'bu suretle bir antenden birkaç çalışma frekansında birden yararlanmak olanağı doğar.



Şekil S. Yatay polarizasyonlu bir Jog - periyodik anten.

7. POLARİZASYON DİVERSİTE SİSTEMLERİ İÇİN ANTENLER

Uzun mesafeli yüksek frekans telsiz devrelerinde karşılaşılan en büyük zorluk «fading» olayıdır. Fading olayı'nın klasik çözümü, iki veya



Şekil 4. Düşey polarizasyonla bir loğ - periyodik anten.

daha fazla alıcı çıkışının birleştirilmesidir. Çok kullanılan yöntemlerden biri de uzay diversitedir. Bu yöntemde birbirinden, 6-7 dalgaboyu uzaklıkta bulunan iki antenden yararlanılır. Bu sistem geniş kurma alanı gerektirir.

Diğer bir yöntem frekans diversitesidir. Aralarında 100 Hz fark bulunan iki yüksek frekans işaretinin aynı iyonosfer yolundan alıcı antene ulaştıklarında, fading olayı'nın iki frekans için de aynı periyotta olma olasılığı azdır. Bu sistem tek bir alıcı anten gerektirdiğinden ilkinenazaran daha ekonomiktir.

Polarizasyon diversite sistemleri, yüksek frekanslı devrelerde, iyi tasarlanmış, etken antenlerin bulunmamasından çok kullanılmamaktaydı. Esasında bu sistem, tek bir alıcı antene gelen düşey polarizasyonlu dalgaların bileşenlerindeki fading'in aynı periyotta bulunma olasılığının az olmasına dayandığı için band genişliği ve kurma alanı bakımlarından¹ daha ekonomiktir. Bazı koşullarda, polarizasyon diversite yöntemi ile alınan sonuçlar diğer uzay ve frekans diversite sistemlerine göre daha iyidir. Çünkü gelen dalganın düşey polarizasyonlu iki bileşeninin fazları uygun şekilde karşılaştığından sabit bir alışı sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- «Modern H-F Antennas», Granger Associates Technical Bulletin.
- Phllco Training Manual on Antennas.