

DİZİ ANTENLERDE DEĞİŞİK AKIM AĞIRLIKLAMAYLA ELDE EDİLEN DEMETLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Necmi Serkan Tezel
İstanbul Teknik Üniversitesi
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Maslak, İstanbul, necmi@ehb.itu.edu.tr

ÖZET

Faz taramalı dizi antenler genellikle radar anteni olarak kullanıldığı için elektronik karıştırmaya karşı düşük yan kulak seviyeleri istenir. Ayrıca bu antenler verici olarak kullanıldığında istenmeyen yönlere gereksiz güç ışınladığından, yan kulakların başka sistemleri rahatsız etmeyecek kadar küçük olması istenir.

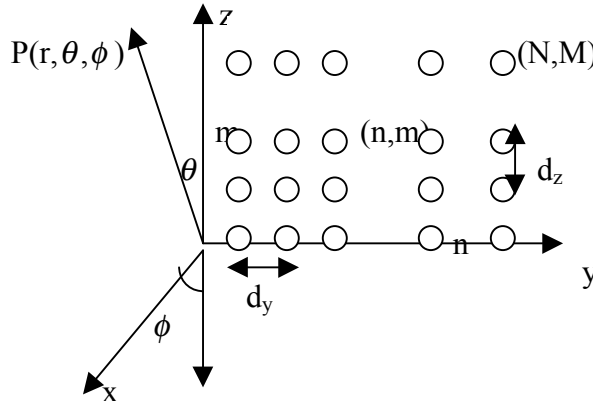
Bu çalışmada dizi antenlerde yan kulak seviyesinin azaltılması için her bir antenin akımları birçok değişik ağırlıklama fonksiyonu şeklinde değiştirilip, elde edilen demetler yan kulak seviyesi ve demet genişliği bakımından karşılaştırılmıştır. Bazı ağırlıklama fonksiyonları için yan kulak seviyelerinin çok düşürülebildiği fakat demetin daha kalınlaştığı gözlenmiştir, fakat bu kötü durum daha uzun bir dizi kullanılarak düzeltilebilir.

1-GİRİŞ

Anten dizilerindeki her bir antenin fazı elektronik kumandayla uygun şekilde değiştirilip istenilen doğrultuda maksimum bir anten kazancı elde edilebilmektedir. Ayrıca her bir anten istenilen akım fonksiyonuyla beslenebildiğinden, birden fazla ana demet, istenilen yan kulak seviyesi, herhangi bir doğrultudaki anten kazancının sıfırlanması (ECCM) ve ana demetin çok hızlı döndürülmesi gibi özellikleriyle radar anteni olmaya çok elverişli yapılardır. Bu antenler bir doğru üzerindeyse bunun oluşturacağı demet bir yelpaze demettir ve sadece hedeflerin yatay (azimuth ϕ) konumları hakkında bize bilgi verir. Yatayda ve düşeyde doğru bir ölçüm için birbirine dik iki doğrusal dizi veya düzlemsel anten dizisi kullanılır. Dizi antenlerde her antende olduğu gibi istenmeyen yan kulaklar vardır. Bu yan kulakların düşmanın elektromanyetik karıştırmadan kurtulmak için ana demete göre en az 30db düşük olması istenir[2]. Bu bildiride diziyi oluşturan antenlerin değişik genliklerde beslenmesi durumunda elde edilen demetler yan kulak ve ana demet genişliği bakımından karşılaştırıldı.

2-BİR DİZİ ANTEN SİSTEMİNİN İŞİMİSİ

Bu analizde, anten dizisi düzlemsel bir dizi olup xy düzleminde varsayılmıştır. Tüm antenler özdeş olup y ve z boyunca sırasıyla N ve M anten yerleştirilmiştir. Bu antenler bir matris gibi düşünülebilir. y ve z boyunca anten indislerini sırasıyla n ve m olarak gösterelim. Zamana bağımlılık $e^{j\omega t}$ olarak alınmıştır.



Şekil 1.) Düzlemsel dizi anten sistemi

Antenlerin ışıma diyagramı $g(\theta, \phi)$ ile gösterilsin, (n,m) inci antenini akımı,

$$I(n, m) = f(n, m).e^{-j\psi(n, m)} \quad (1)$$

Bu antenin $P(r, \theta, \phi)$ noktasında oluşturduğu alan,

$$\vec{E}_{nm}(P) = \frac{e^{jkr}}{r} f(n, m)g(\theta, \phi)e^{jk(d_y n \sin \theta \sin \phi + d_z m \cos \theta) - j\psi(n, m)} \quad (2)$$

Bütün antenlerin bu noktada oluşturdukları toplam alan,

$$\vec{E}(P) = \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \frac{e^{jkr}}{r} f(n, m)g(\theta, \phi)e^{jk(d_y n \sin \theta \sin \phi + d_z m \cos \theta) - j\psi(n, m)} \quad (3)$$

olarak ifade edilir. Bir θ_0, ϕ_0 doğrultusunda ana demet elde etmek için, herbir antenin fazı,

$$\psi(n, m) = kd_y n \sin(\theta_0) \sin(\phi_0) + kd_z m \cos(\theta_0) \quad (4)$$

olacak şekilde değiştirilir. Bu doğrultuda bir ana demet varken başka doğrultularda yan kulaklar vardır. Bu yan kulakların seviyesi ve doğrultusu herbir antenin akımının genliği olan $f(n, m)$ ağırlıklama fonksiyonuna bağlıdır.

3-AĞIRLIKLAMA FONKSİYONLARINA İLİŞKİN DEMETLERİN ÖZELLİKLERİ

Buradaki sonuçlar sadece doğrusal anten dizileri için geçerlidir. Fakat (3) ifadesindeki $f(n, m) = f_1(n).f_2(m)$ şeklinde ayrıştırılabiliyorsa düzlemsel bir dizinin ışıma diyagramı iki doğrusal dizininin ışıma diyagramlarının çarpımı olacağından sonuçlar düzlemsel dizilere genelleştirilebilir. Doğrusal dizide $N+1$ adet anten olduğu varsayılmıştır. Antenlerin akımları dizi merkezine göre simetrik. (İlk antende $n=0$ olup $a=(N+1)d$ dizi boyudur.).

Akım fonksiyonu $f(n)$	Kazanç faktörü	3dB demet genişliği θ (radyan)	İlk sıfırın açısal konumu	İlk yan kulak Seviyesi (dB)
1	1	$0.88 \frac{\lambda}{a}$	$\frac{\lambda}{a}$	13.2
$1 - (1 - \Delta)(n/N)^2$				
$\Delta=1$	1	$0.88 \frac{\lambda}{a}$	$\frac{\lambda}{a}$	13.2
$\Delta=0.8$	0.994	$0.92 \frac{\lambda}{a}$	$1.06 \frac{\lambda}{a}$	15.8
$\Delta=0.5$	0.970	$0.97 \frac{\lambda}{a}$	$1.14 \frac{\lambda}{a}$	17.1
$\Delta=0$	0.833	$1.15 \frac{\lambda}{a}$	$1.43 \frac{\lambda}{a}$	20.6

Akım fonksiyonu f(n)	Kazanç faktörü	3 dB demet genişliği θ (radyan)	İlk sıfırın açısız konumu	İlk yan kulak Seviyesi (dB)
$\cos^m\left(\frac{\pi(n-N/2)}{N}\right)$				
m=1	0.810	$1.2\frac{\lambda}{a}$	$1.5\frac{\lambda}{a}$	
m=2	0.667	$1.45\frac{\lambda}{a}$	$2\frac{\lambda}{a}$	23
m=3	0.575	$1.66\frac{\lambda}{a}$	$2.5\frac{\lambda}{a}$	32
m=4	0.515	$1.93\frac{\lambda}{a}$	$3\frac{\lambda}{a}$	40
$1-(n/N)$	0.75	$1.28\frac{\lambda}{a}$	$2\frac{\lambda}{a}$	26.4
$0.54 - 0.46\cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right)$	-	$1.76\frac{\lambda}{a}$	-	43
$0.42 - 0.5\cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right) + 0.08\cos\left(\frac{4\pi n}{N}\right)$	-	$2.64\frac{\lambda}{a}$	-	57

4-SONUÇLAR

Düzlemsel dizi anten sisteminin ışma diyagramı ifade edildi. Doğrusal dizilerde herbir antenin akımının genliğinin belirli bir fonksiyon şeklinde değiştirilmesiyle elde edilen demetlerin özellikleri karşılaştırıldı. Bu anten sistemi eğer alıcıysa dizideki herbir antenden alınan işaretler bir yazılımla bu fonksiyonlarla ağırlıklanıp istenilen özellikte demet elde edilebilir. Yan demet seviyesinin bu yöntemle azaltılması ana demeti kalınlaştırır, bu kötü durumu daha uzun bir dizi kullanarak önleyebiliriz.

KAYNAKLAR

- [1] Samuel Silver ‘ Microwave Antenna Theory and Design’ 1949
- [2] Akkaya İnci ‘ A Simple Formulation of a Phase Scanning Chebyshev Array’ International Symposium on Recent Advances in Microwave Technology ISRAMT 97 p 564-567
- [3] Constantine A Balanis ‘Antenna Theory’
- [4] Boaz Porat ‘A Course in Digital Signal Processing’