

Aktif Uyumlandırılmış Yükselteçli Mikroşerit Anten Tasarımı ve Performans Analizi

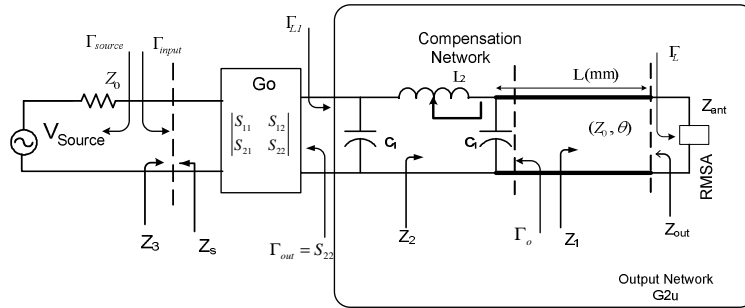
Adnan Kaya, E. Yeşim Yüksel*

*Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü
Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca, İZMİR
kaya@eee.deu.edu.tr

Özet: Aktif bütünleşmiş antenler, aktif devre elemanlarının anten yapısına direk bağlanmasıyla elde edilirler. Aktif antenler birleştirildikleri aktif devrelerin fonksiyonlarına göre sınıflandırılırlar. Bu fonksiyonlar RF sinyal yükseltmesi, frekans dönüştürme ve RF sinyal üretimi gibi basit fonksiyonlardır. İki portlu veya üç portlu aktif eleman pasif antenin giriş portuna ya da çıkış portuna sinyal seviyesini yükseltme amaçlı takılırsa bu tip anten yapıları yükselteç tipli anten yapılarıdır. Bu makalede yükselteçli bir anten tasarımı ve analizi yapılmıştır. Bu tip antenlerde güç kazancı yükselteç kazancını da içermektedir. Bu çalışmada anten, sisteme çıkış portu olarak yerleştirildiği için, aktif anten verici olarak çalışmaktadır.

1. Giriş

Kablosuz alıcı verici sistemlerinde, boyut ve verimlilik dikkate alınması gereken önemli parametrelerdendir. Bu yüzden yüksek verimli devreler tasarlanmalıdır. Uyumlandırma devreleri kullanılarak vericinin çıkış katındaki kayıplar azaltılabilmektedir. Mikroşerit antenlerde özellikle besleme noktalarında kayıplar süreksizliklerden dolayı artmaktadır. Ek olarak yüzey dalga kayıpları, dielektrik kayıpları, radyasyon ve omik kayıplar fazla olduğu için bir dezavantaj durumu vardır. Aktif elemanlar kullanılarak (FET, Tranzistor v.b.) bu negatif etkiler minimuma indirilebilir. Bu aktif elemanların yükselteç karakteristiği göstermesi mümkündür. Yükselteç tasarımında genellikle kazanç-bant genişliği performansı uygulanmaktadır. Düşükte olsa besleme noktasında kayıplar olmaktadır. Öncelikle yük altında ön parçalar uygun değerli verimliliklerle çalışmazlar. Yansıyan güçler nedeniyle antenden ışınan güç'te azalma olmaktadır. Sonuçta kaynak, yükselteç ve anten arasındaki empedans uyumsuzluğunun etkilerini azaltmak için pi uyumlandırma devresi kullanılarak sistemin performansı daha da artırılabilir. Bu çalışmada referans anten olarak düşük frekanslarda ve iyi verimle çalışabilen yarık yüklü mikroşerit anten kullanılmıştır. Laboratuvar ve simülasyonlarla tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 1. Çıkış portunda tek uyumlandırma yapılmış yükselteç anten diyagramı

Giriş empedansı, ışınma örüntüsü ve kazancı gibi anten parametreleri tasarımda önemli parametrelerdir. Bu çalışmada giriş empedansından kaynaklanan kayıplar uyumlandırma ile minimuma indirilmiş ve kazanç karakteristiği iyileştirilmiştir.

2. Tek Uyumlandırma Sistemi ile Yükselteç Tasarımı

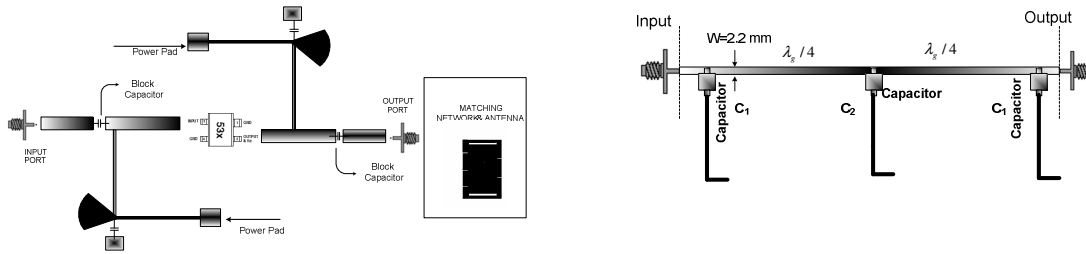
Şekil 1 de gösterildiği gibi yük nedeniyle oluşan herhangi bir değerdeki yansıma kazancı basitçe aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$G_T = |S_{21}|^2 \frac{1 - |\Gamma_L|^2}{|1 - S_{22}\Gamma_L|^2} = G_0 G_{2u} \quad (1)$$

Yükselteç ve anten kazançları G_{ANT} ve G_{AMP} ile gösterildiğinde ve sisteme eklendiğinde

$$EIRP = G_{ANT} G_{AMP} P_i \quad (2)$$

elde edilir. Eşitlik (1) de G_{2u} rastgele yük durumları nedeniyle değişen kazancı göstermektedir. G_0 basit transducer kazancıdır. Burada geniş bant (50 MHz - 6 GHz), genel amaçlı, kazançlı 50 ohm sistem için Agilent Teknoloji tarafından üretilen MGA-53543, MMIC yükselteç kullanılmıştır. Harici bileşenler sadece 2 pF lık giriş ve çıkış bağlantı kapasiteleri, RF boğucu bobinler ve bypass kapasiteleridir. Merkez frekansı olan 1.6 GHz' de kazanç yaklaşık 13 dB' dir. Çalışmada öncelikle yalnız yükselteç performansı analiz edilmiştir. Besleme sistemi çok basit olarak Şekil 2.a daki gibi seçilmiştir. Kullanılan MGA-53543 için maksimum akan akım yaklaşık olarak 54 mA ve maksimum çıkış gücü 1.9 GHz de 17 dB dir.



Şekil 2. (a) Aktif anten sistemi (b) Pi uyumlandırma sistemi

Burada 1.6 GHz de çalışan bütünleşik mikroşerit antene, besleme noktasında yükselteç direk bağlandığında, yansıma katsayıları yeni durum için hesaplanmalıdır. Yansıma katsayıları (2-3) standart yolla hesaplanabilir [1]

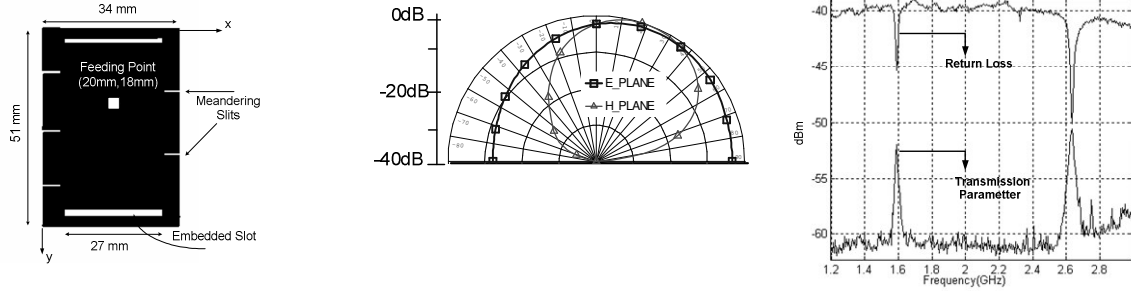
$$\Gamma_{OUT} = \frac{S_{22A}(1 - S_{11a}S_{11A}) + (S_{12A}S_{11a}S_{21A})}{\Delta} \quad (2)$$

$$\Gamma_{IN} = \frac{S_{11A}(1 - S_{22a}S_{22A}) + (S_{21A}S_{22a}S_{12A})}{\Delta} \quad (3)$$

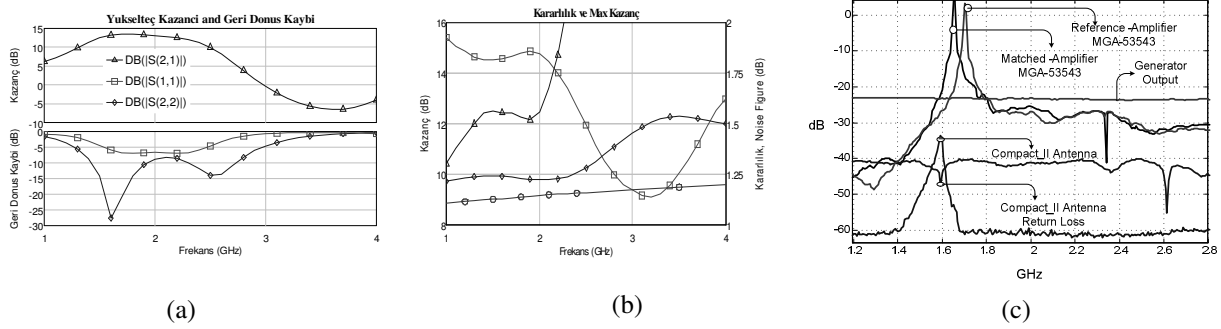
$$\Delta = 1 - S_{11A}S_{11a} - S_{22a}S_{22A} - S_{21A}S_{12a} - S_{12A}S_{21a} - S_{21A}S_{12A}S_{22a}S_{11a} - S_{22A}S_{11A}S_{21a}S_{12a} + S_{11A}S_{22A}S_{22a}S_{11a} + S_{21A}S_{12A}S_{12a}S_{21a} \quad (4)$$

Burada “A” yükselteç parametreleri, küçük “a” ise anten parametreleri için kullanılmıştır. Bütünleşik mikroşerit antenler personel iletişim donanımları için tasarlanan küçük antenlere olan talebin artmasıyla önemli hale gelmiştir. Kutuplama, kazanç artırma kolaylığı, çift bant çalışma imkânları ve geniş bant çalışabilme avantajları da seçimde önemlidir [2]. Referans anten ve yükselticili durum için laboratuvar ve benzetim sonuçları aşağıdaki şekillerdeki

gibidir. Ölçüm sonuçlarından da görüldüğü gibi (Şekil 3 ve Şekil 4) iletişim uygulamalarında, geniş bant içinde yüksek kazanç elde edilebilmektedir.



Şekil 3. Referans anten



Şekil 4. (a) ve (b)Yükselteç performansı (c) Ölçüm sonuçları

Uyumlandırılmış yükselteç devresi için 10 dB' lik geri dönüşüm olduğu bant genişliği, tasarım frekansı olan 1.6 GHz merkez frekansı civarında 32.5 % ve yasıma miktarı -27.54 dB' dir. Yükselteç kazancı 12 dB den daha iyi seviyelerdedir, gürültü faktörü de 2.5 dB ile 3.5 dB arasındadır. Pasif anten kazancı bant içinde yaklaşık 6 dB civarındadır. Aktif yükselteçli anten için ışınma örüntüsü pasif antenin ışınma örüntüsüne benzemektedir. Bu yüzden aktif ve pasif antenin yönlendiriciliği yaklaşık aynıdır.

3. Sonuçlar

Bu çalışmada bütünleşmiş mikroserit anten tasarlanmış ve 1.6 GHz de yükselteç de eklenerek elde edilen sistem için uyumlandırma varken ki anten performansı incelenmiştir. Antenin ışınma örüntüsü değişmemesine rağmen kazanç artmaktadır. Küçük bir uyumlandırma devresi ile özellikle yükseltecin çıkışındaki kaybın minimize edildiği gösterilmiştir. Sonuçlar pi uyumlandırma devresi ile yapılan uygulamanın yüksek verimle, verici sistemlerinde kullanılabileceği göstermektedir. Çünkü bu yapılandırma, kolay D.C. kutuplama ve uyumlandırma ile yüksek verici gücü elde edilebilmektedir.

4. Kaynaklar

- [1]. Clark W.R., Greg H. Huff., ve Bernhard T., "An integrated active microstrip reflectarray element with an internal amplifier", IEEE Trans. on Antennas and Prop., 51(5), s.993-997, 2003.
- [2]. Lu. J.H., ve Wong, K. L., "Slot-loaded, meandered rectangular microstrip antenna with compact dual frequency operation," Electronic Letter, 34, s.1048-1049.