

Mikroşerit Antenlerde Bandın Arttırılması için 2-Fetli Negatif Endüktans Kullanarak Empedans Uyumlendirme Tekniğinin İncelenmesi

Adnan Kaya, Selçuk Kılınc, E.Yeşim Yüksel, Uğur Çam

Dokuz Eylül Üniversitesi
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
İzmir, 35160, Türkiye

kaya@eee.deu.edu.tr

Özet: Bandgenişliği, mikroşerit anten teknolojisinin geniş uygulama alanları için en ciddi limitlerden birisini oluşturmaktadır. Son 20-30 senedir bu konu üzerine bir çok çalışma yapılmıştır. Bandgenişliği, sadece giriş empedansının rezonansdaki durumuyla ilgilidir ve band içinde radyasyon patterni ve kazanç değişimleri ihmal edilebilir değerlerdedir. Bu yüzden geniş band empedans uyumlaştırma tekniği, bandgenişliği arttırmada doğal bir çözüm olarak önerilmektedir. Bu çalışmada farklı bir teknik olarak dikdörtgen bir mikroşerit antene topraksız negatif inductor uyumlendirme sistemi uygulanarak empedans band genişliğinin arttırılabileceği gösterilmiştir. 10 GHz de çalışan mikroşerit antene, bu sistem eklenerek uyumlendirme devresi varken ve yokken ki durumlara göre karşılaştırma yapılmıştır. Band genişliğinin 17.2% den 57.84% e arttığı gösterilmiştir.

1. Giriş

Günümüz modern haberleşme endüstrisinde, antenler iletişim linklerinin kurulmasında en önemli komponentlerdir. 1970 ler den günümüze kadar mikroşerit anten yapıları mikrodalga, radar ve komünikasyon amaçları için yaygın olarak kullanılmaktadır. Mikroşerit antenlerle ilgili ilk çalışmalar Deschamps tarafından 1953 de başlatılmış, Gutton ve Bassinot tarafından 1955 de devam ettirilmiştir. İlk pratik mikroşerit antenler 1970 de Munson ve Howell tarafından yapılmıştır. İlk çalışmalar roket ve füzelerde kullanılmıştır. Mikroşerit antenlerde performans parametrelerini (band genişliği) geliştirme çabaları halen devam etmektedir.

Mikroşerit antenler birçok özelliğe (hafiflik, ucuzluk v.b.) sahiptir fakat bir çok sistemde dar band genişlikleri nedeniyle düşünülmemektedir. Bunların yerine 15-50% band genişliklerinde çalışabilen dipol antenler yada horn antenler tercih edilmektedir. Mikroşerit antenlerde band genişliğini arttıracak bir çok eleman araştırılmıştır: örneğin elektriksel olarak kalın elemanlar, çok katlı elemanlar, çoklu-rezonatör elemanları gibi [1]. Tüm bu band genişletici elemanlar radyasyon yapısı boyutlarındaki kompleksliğide arttırmaktadır. Çoğunlukla bandgenişliği karakteristiği artarken radyasyon parametreleri zayıflamaktadır. Bu durumda mikroşerit antenlerde band genişliğini arttırmak için geniş band empedans uyumlaştırma metodu önerilmektedir [2]. Bu teknikte radyasyon elemanlarını etkilenmemektedir. Aslında giriş empedansının frekansla değişiminin kompanzasyonu için, kompanzasyon elemanı olarak reaktif bir uyumlendirme sistemi önerilmektedir.

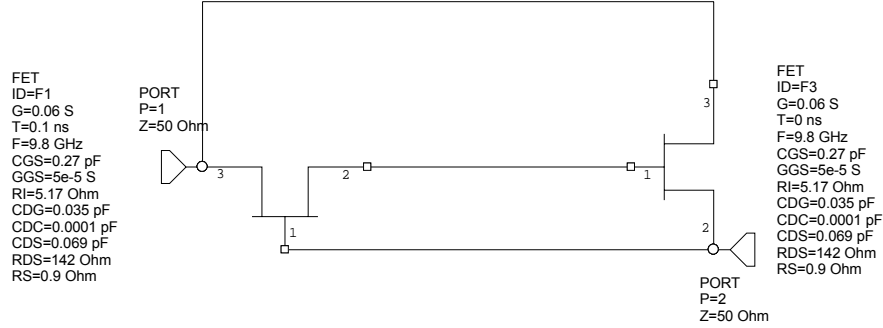
Mikroşerit antenlerde çalışma bandı empedans uyumlaştırıcı devreler kullanılarak arttırılmaktadır. On-board ve Off-board uyumlendirme sistemleri kullanılarak 10-30% civarında band genişlikleri elde edilmektedir. Beslemelerde aktif yada pasif elemanlar kullanılarak band genişlikleri arttırılmaktadır. Svitac ve arkadaşları FET kullanarak yükselteç tasarlamaşlar ve uyumlendirme özelliğini de katarak sisteme entegre etmişler ve %7 bandgenişliği elde etmişlerdir. Bunların dışında bir çok band arttırma tekniği uygulanmıştır. İlk olarak Parchen tarafından önerilen pasif düzlemsel yapılarla %25 band genişliklerine ulaşılmıştır [3].

Bu çalışmada yeni bir teknikte antene negatif endüktans eklenerek aktif anten sisteminin band genişliğinin arttırıldığı gösterilmiştir. Uyumlendirme devresinde 2-FET GaAs alan etkili transistörler (GaAs FET), 10GHz de çalışan klasik mikroşerit antenin girişine uygulanmıştır. Uyumlendirme varken (aktif anten) ve yokken (pasif anten) ki durumlara göre performanslar karşılaştırılmıştır. Simülasyon sonuçlarında negatif endüktans kullanılarak yapılan aktif mikroşerit antende band genişliği 17.21% den 57.84 % ye çıkartılmıştır.

2. Aktif Negatif İndüktörle Dikdörtgen Mikrostrip Anten Konfigürasyonu

Mikroşerit anten dizaynında Taconic firması tarafından üretilen TLYA-5CH200 dielektrik malzemesinin katalog verileri kullanılmıştır. Bu malzemenin dielektrik sabiti 3.20 ve kalınlığı 0.80 mm olup simülasyonda bu veriler esas alınmıştır. Anten beslemesi için düşük radyasyon, uyumlendirme kolaylığı ve fabrikasyon kolaylığı nedeniyle koaksiyel besleme kullanılmıştır. Mikroşerit antenin boyutları $W=16$ mm ve $L=9$ mm, toprak

düzleminin boyutları da 60x40 mm seçilmiştir. Seçilen bu boyutlar için anten 10 GHz de rezonansa gelmiştir. Rezonansa geldiği ilk frekansta pasif anten için $|S_{11}|$ değeri olarak -13.27 dB elde edilmiştir. Uyumlandırma metodları besleme noktaları ve empedans karakteristiklerinin oluşturduğu problemler nedeniyle önemlidir. Bu çalışmada, 2 GaAs FET den oluşan yeni bir uyumlandırma sistemi önerilmektedir [9,10]. Aktif topraksız negatif indüktör devresi şekil 1 de gösterilmektedir.



Şekil 1. Negatif indüktör devre konfigürasyonu

Burada FET elemanlarının sadece g_m ve C_{gs} bileşenlerinden oluştuğu düşünülerek Admitans matrisi aşağıdaki gibi verilmiştir. 2 FET inde aynı özelliklere sahip olduğu ve aynı g_m ve C_{gs} değerlerinde olduğu kabul edilmiştir.

$$Y = \left[sC_{gs} - \frac{g_m^2}{sC_{gs}} \right] \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Eşdeğer RLC devresinde Kapasite ve Endüktans değerleri aşağıdaki gibi elde edilmektedir.

$$L_{eq} = -\frac{C_{gs}}{g_m^2} \quad (2)$$

$$C_{eq} = C_{gs}$$

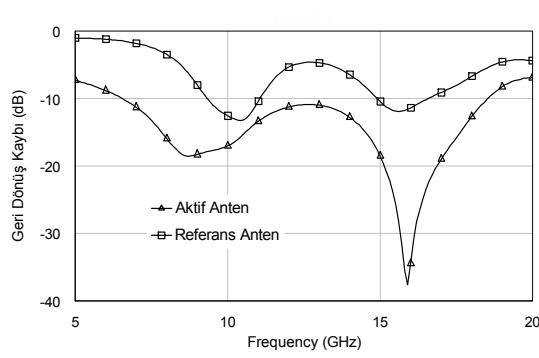
Simülasyonlarda, Negatif endüktans devresinde $V_{DS}=3$ V, $I_{DS}=10$ mA çalışma koşullarında $C_{gs}=0.27$ pF, $g_m=60$ mS, $C_{gd}=0.035$ pF, $C_{ds}=0.069$ pF, $R_i=1.9$ Ω , $R_s=0.9$ Ω , $R_{ds}=142$ Ω parametrik değerlere sahip Fujitsu'nun FHX35X GaAs FET modeli kullanılmıştır. Eşdeğer devre elemanları $L_{eq}=-75$ pH, $C_{eq}=0.27$ pF olarak hesaplanmıştır.

3. Simülasyon Sonuçları

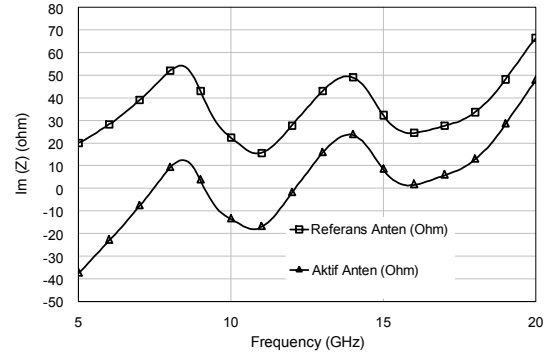
Referans anten ve aktif anten performans sonuçları Microwave Office simülasyon programı kullanılarak karşılaştırılmıştır. Simülasyon sonuçları Şekil 2 de gösterilmektedir. Referans ve Aktif antenler için geri dönüş karakteristiği $|S_{11}|$ Şekil 2 (a) da gösterilmektedir. Referans antene göre aktif anten 10 GHz için -13.27 dB den -17.21 dB ye düşerek daha iyi bir sonuç elde edilmekte ve band genişliği de artmaktadır. Şekilden de görüldüğü gibi rezonans frekansında daha dip noktalar elde edilmektedir. Band genişliği ve geri dönüş kaybı parametreleri için simülasyon sonuçları Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo1. Referans ve Aktif anten için performans karşılaştırılması

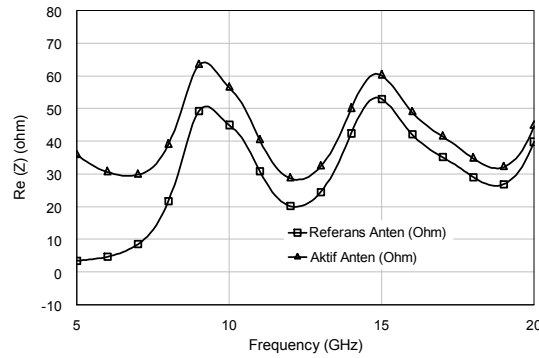
Performans Parametreleri	Referans Anten	Aktif Anten
Band genişliği	1.728 GHz	5.784 GHz
Yüzde band genişliği	17.21%	57.84%
S_{11} dip noktası	-13.27 dB	-17.21dB



(a)



(b)



(c)

Şekil 2. Aktif ve pasif antenler için simülasyon sonuçları: (a) Geri dönüş kaybının frekansla değişimi (b) Empedansın Sanal kısmının frekansla değişimi (c) Empedansın Gerçek kısmının frekansla değişimi

4. Sonuçlar

Bu makalede negatif endüktans devresi kullanarak geniş bantlı radyasyon yapan aktif mikroşerit anten yapılabileceği gösterilmiştir. Performans sonuçları Moment yöntemini kullanan Microwave Office simülasyon programı ile elde edilmiştir. Uyumlandırma sonucunda empedans değişimiyle band genişliğinin %17.21 den %57.84 de değiştiği görülmektedir. Sonuçlardan da görüldüğü gibi aktif negatif indüktör devresi kullanarak yapılan uyumlandırma ile literatürdeki diğer tekniklere göre daha fazla band genişliği elde edilebileceği açıktır.

Kaynaklar

- [1] H.F. Pues and A.R. Van de Capelle, "An impedance matching technique for increasing the bandwidth of microstrip antennas" IEEE Trans. Antennas and Propagation, vol.AP-37, s.1345-1354, Nov.1989.
- [2] R.M. Fano, "Theoretical limitations on broadband matching of arbitrary impedances," J. of the Franklin Institute, vol. 249, s.57-83 and 139-154, Jan.-Feb.1950.
- [3] D.A. Paschen, "Practical examples of integral broadband matching of microstrip antenna elements," Proceedings of the 1986 Antenna Applications Symp., s.199-217, 1986.
- [4] S. El. Khory, "The design of active floating positive and negative inductors in MMIC technology," IEEE Microwave and Guided Wave Letters, vol. 5, no.10, Oct.1995.
- [5] S. El. Khory, "New approach to the design of active floating inductors in MMIC technology," IEEE Trans. MTT, vol. 44, no.4, pp. 505-511, Apr., 1996.