

GELİŞTİRİLMİŞ HALKA HİBRİT TRANSFORMATÖRLER

Yük. Müh. Serkan TOPALOĞLU¹

Prof. Dr. Osman PALAMUTÇUOĞLU²

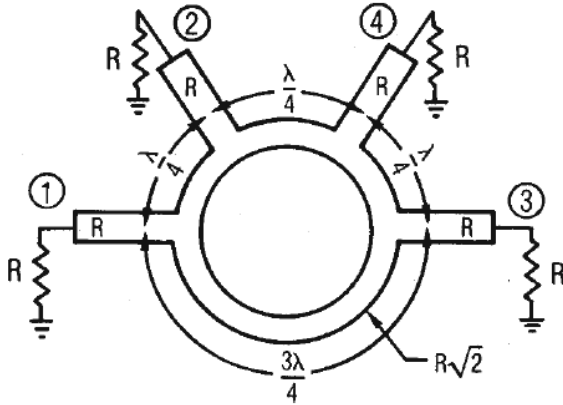
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Elektrik-Elektronik Fakültesi
İstanbul Teknik Üniversitesi, 80626, Maslak, İstanbul
¹e-posta: serkant@ieee.org ²e-posta: opal@ehb.itu.edu.tr

Anahtar sözcükler: Halka Hibrit, transformatör, IC, geniş bant, hiperLAN, simetrik

ÖZET

Bilindiği gibi, tümleşik devre içinde transformatör gerçeklemek oldukça zordur. Bu çalışmada; ilk olarak geleneksel halka hibrit yapısı incelenmiş, tümleşik devre içinde transformatör yerine, geleneksel halka hibrit yapısında bazı değişiklikler yapılarak geliştirilmiş halka hibrit yapısı elde edilmiş ve geliştirilen bu halka hibrite sanal benzetim (simülasyon) yapılarak sonuçlar incelenmiş ve geleneksel halka hibrit ile karşılaştırılarak üstünlükleri ortaya konmuştur. Çalışmanın sonunda ise, kablosuz haberleşme protokolü olan HiperLAN/2'nin alıcı-verici katında bulunan yüksek verimli, doğrusal, geniş bantlı B-sınıfı güç kuvvetlendirici devresinde simetrik yapıyı elde etmek için geliştirilen bu yapı kullanılmış ve sanal benzetim ile yapının bu amaç için uygun olduğu belirlenmiştir.

1. Halka Hibrit Yapısı



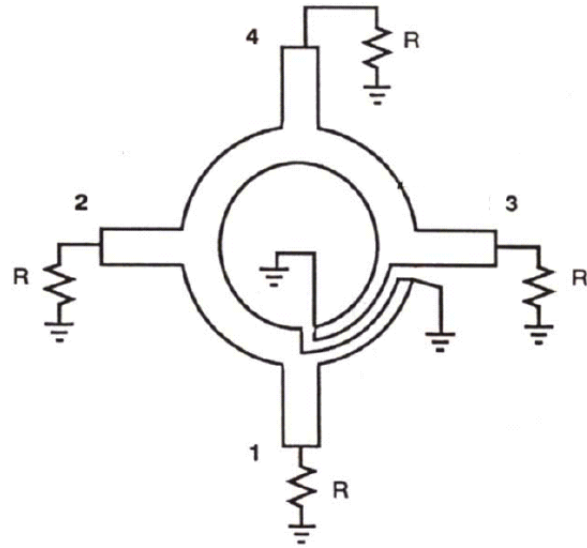
Şekil-1. Mikro-şerit halka hibrit yapısı

Şekil-1'de mikro-şerit hatlı halka hibrit yapısı gösterilmiştir. Bu tür hibritlerin transformatörlerden en büyük farkları, yapı içinde boyları belirli iletim hatları olması nedeniyle frekansa duyarlı dar-bantlı davranış göstermeleridir. Kısaca hibritin nasıl çalıştığından bahsedilecek olursa; herhangi bir kapağına uygulanan güç, o kapağıya komşu iki kapağıya eşit olarak bölünerek dağılır[1]. Geriye kalan kapağıya herhangi bir güç gidemediği için, bu kapağı yalıtılmış

olarak adlandırılmıştır. Şekil-1 yardımı ile durumu açıklayacak olursak: girişe (1 nolu kapağı) P gücü uygulandığında, 2 ve 3 nolu kapılardan P/2 gücünde ve aralarında 180° evre farkı olan iki işaret elde edilir. 4 nolu kapağının durumuna bakılacak olursa; farklı yollardan gelen iki işaret burada birbirlerini yok eder ve böylece 4 nolu kapıdan bir güç çıkışı oluşmaz.

2. Geliştirilmiş Halka Hibrit

İlk defa March, S. [2] tarafından önerilen farklı hibrit yapısı Şekil-2'de gösterilmiştir.

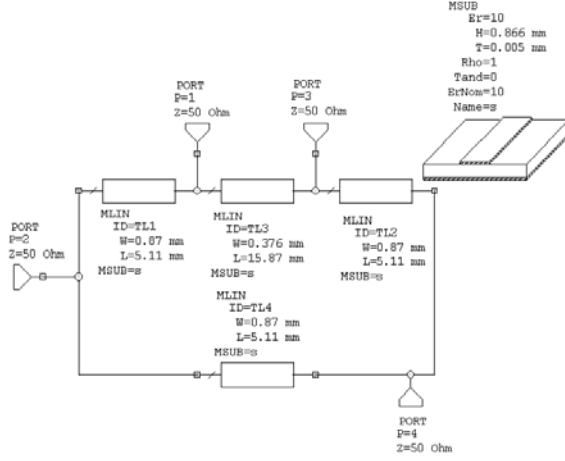


Şekil-2. Geliştirilmiş halka hibrit yapısı

Yukarıda gösterilen halka hibritin, Şekil-1'deki halka hibrite göre yapısal olarak en önemli farkı, geleneksel halka hibritte bulunan 3λ/4 boyunda hat yerine iki ucu kısa devre olan bağlaşımlı hattın kullanılmasıdır. Geliştirilmiş halka hibrit transformatörün en önemli üstünlükleri; hat boylarının eşit olması nedeniyle frekanstaki herhangi bir değişim bütün hatları eşit olarak etkilemesi ve λ/2 daha kısa hat kullanılması sonucunda boyutta da gözle görülebilir bir küçülmenin sağlanmış olmasıdır [2].

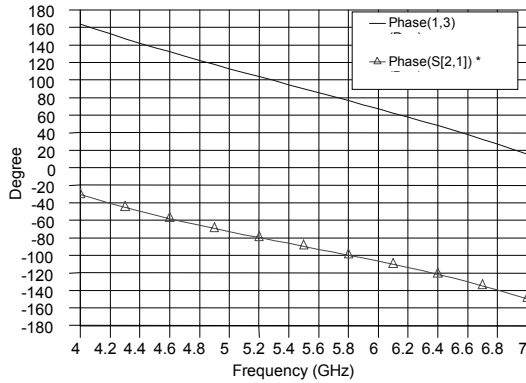
3. SANAL BENZETİM SONUÇLARI

Bu hibritin mikro-şerit hatlar kullanılarak gerçekleştirilecek yapısı 5-6GHz frekans bandında çalışmak üzere optimize edilmiş ve taban malzemesi olarak da GaAs seçilmiştir.



Şekil-3. Geleneksel halka hibrit şematığı

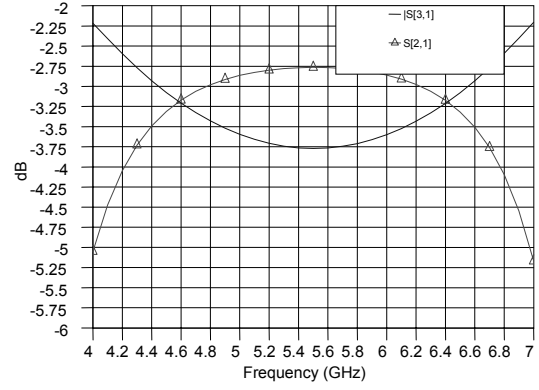
Geleneksel halka hibritin sanal benzetim ortamına yerleştirilen ve Şekil-3'de gösterilen eşdeğer devresinde, 1 nolu kapıya bir güç uygulanmış ve 2, 3 ve 4 no'lu kapıların durumuna bakılmıştır. Sanal benzetim sonuçları, Şekil-4, Şekil-5 ve Şekil-6 da gösterilmiştir.



Şekil-4. Geleneksel halka hibritin sanal benzetimi sonucu kapılar arasında elde edilen evre farkı

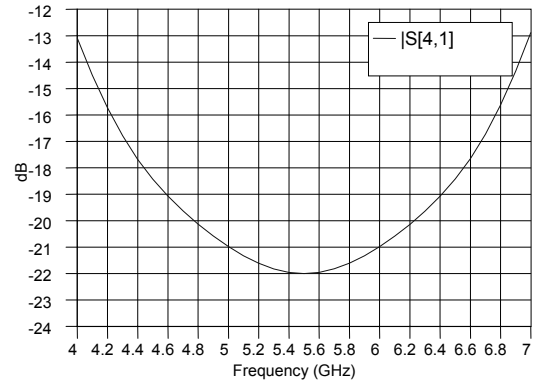
Şekil-4 de kapılar arasındaki evre farkının frekansa göre değişimi gösterilmiştir. Buradan görülebileceği gibi, 5GHz ve 6GHz arasındaki 1 GHz genişliğindeki band içinde iki kapı arasındaki evre farkı $180^\circ \pm 6^\circ$ dir.

Şekil-5 de ise, aralarında 180° evre farkı ve giriş gücünün eşit olarak bölünmesi istenilen 2 ve 3 nolu kapıların 1 kapısına göre geçiş S parametrelerinin frekansa göre değişimleri gösterilmiştir



Şekil-5. S-Parametrelerine ait sanal benzetim sonuçları

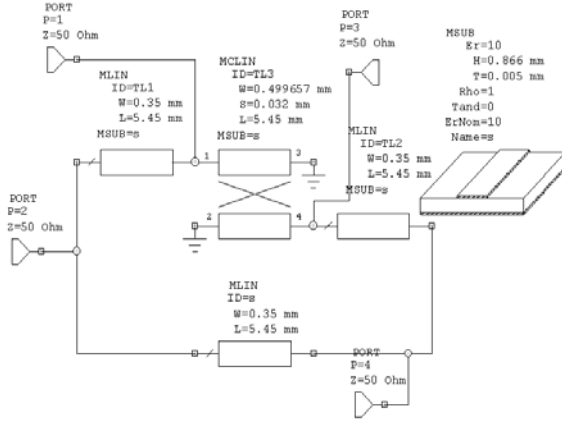
Şekil-5 den açıkça görülebileceği gibi, 1 kapısına uygulanan gücün iki eşit parçaya (-3dB) tam olarak bölünemediği ve aralarındaki güç farkının frekansa bağlı olarak değiştiği gözlemlenmektedir. Bazı frekanslarda bu değer -3.75dB 'lere kadar düştüğü şekilde görülmektedir.



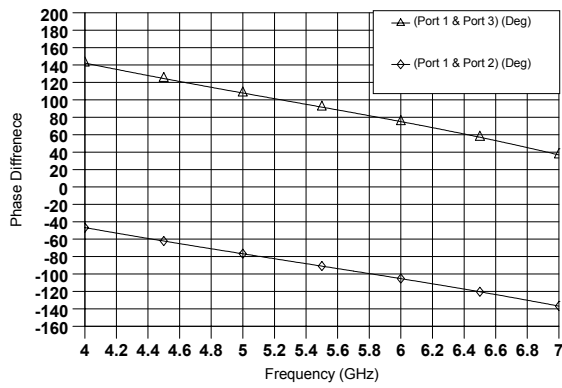
Şekil-6. Yalıtılmış çıkışa ilişkin geçiş S parametresi

Şekil-6 daki yalıtılmış kapıya ilişkin geçiş S parametresi değişiminde, yalıtımın da frekansa bağlı olarak değiştiği ve bandın ortasında oluşan en iyi yalıtım değerinin -22dB olduğu görülmektedir.

Mikro-şerit hatla gerçekleştirilen ve Şekil-2'de gösterilen geliştirilmiş halka hibritin sanal benzetim ortamına yerleştirilen şematığı Şekil-7'de gösterilmiştir.

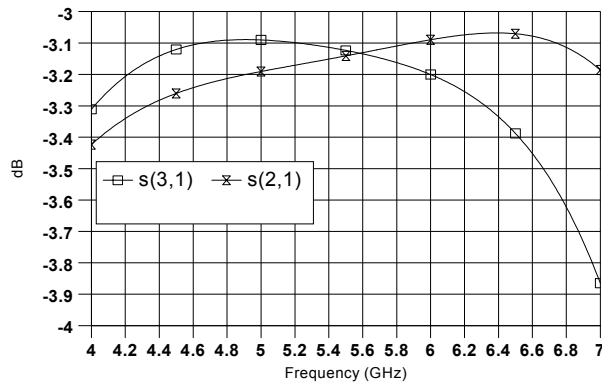


Şekil-7. Geliştirilmiş halka hibrit şematığı



Şekil-8. Geliştirilmiş halka hibritin sanal benzetimi sonucu kapılar arasında elde edilen evre farkı

Bu devre için güç alınan kapılar arasındaki evre farkının frekansa göre değişiminin sanal benzetim sonuçları Şekil-8 de gösterilmiştir. Buradan görülebileceği gibi, 5GHz ve 6GHz arasındaki 1 GHz genişliğindeki band içinde iki kapı arasındaki evre farkı $180^\circ \mp 3^\circ$ dir. Dolayısıyla, geleneksel halka hibrite göre $\mp 3^\circ$ lik bir iyileşme gözlenmektedir.



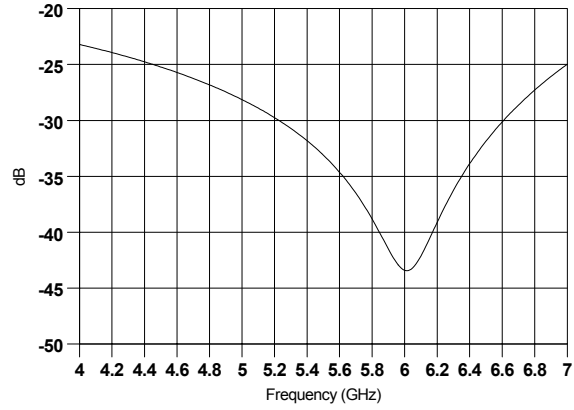
Şekil-9. Geçiş S parametrelerine ait sanal benzetim sonuçları

Geçiş S parametrelerinin frekansa göre değişimleri ise Şekil-9'da gösterilmiştir. Bu sonuçlar göstermektedir ki,

geçiş S parametreleri geniş bir bant aralığında birbirlerinden çok az farklı olmakta ve bunun sonucu olarak da, istenilen band genişliği içinde işaretin yaklaşık eşit iki parçaya (-3dB) bölündüğü görülmektedir. Bu sonuçların geleneksel halka hibrite göre belirgin bir üstünlük gösterdiği açıktır.

Şekil-10. Yalıtılmış çıkışa ilişkin s parametreleri

Yalıtılmış kapının yalıtımının band içindeki en kötü

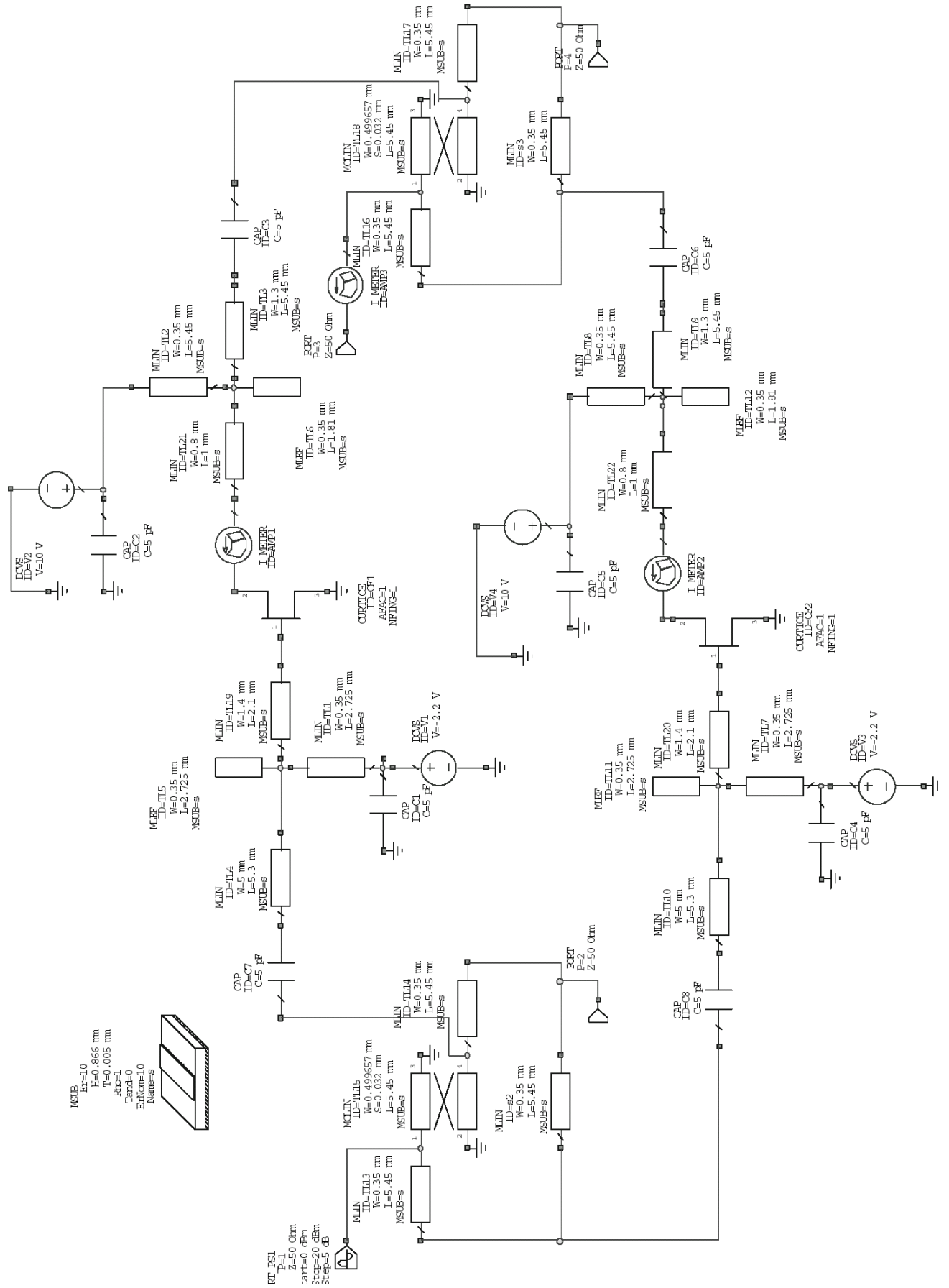


değerinin -30 dB olduğu ve bant içinde -40 dB'lere kadar düştüğü görülmektedir. Bu sonuç, değiştirilmiş halka hibritin yalıtım davranışının da istenilen 5GHz – 6GHz frekans bandı içinde geleneksel halka hibrite göre çok daha iyi olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, geleneksel ve geliştirilmiş halka hibrit karşılaştırıldığında, gerekli olan 180° evre farkının geliştirilmiş halka hibritte istenilen bant genişliği içinde daha az bir değişimle elde edildiği görülmektedir. Ayrıca, giriş gücünün iki kapı arasında eşit olarak bölünebilmesi ve yalıtılmış kapıdaki yüksek değerli yalıtım istemlerinin de, yine bu tür halka hibritte çok daha iyi bir şekilde sağlandığı gözlenmektedir.

4. UYGULAMA ALANINA ÖRNEK

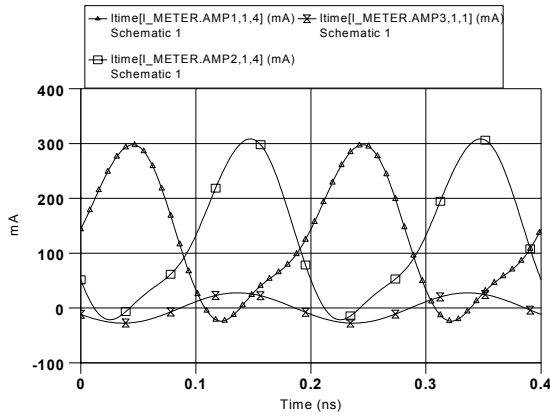
Bu tip bir halka hibritin uygulaması olarak seçilen ve 5.2GHz ve 5.8GHz frekans bandında çalışması tasarlanan B-Sınıfı simetrik sürümlü güç kuvvetlendiricisi devresi Şekil-11 de gösterilmiştir. Bu kuvvetlendirici bir kablosuz haberleşme protokolü olan Hiperlan/2 (High Performance Local Area Network -2)'nin verici katında kullanılmak amacıyla tasarlanmıştır. Bu protokol, daha çok taşınabilir bilgisayarların kablosuz iletişimi için ortaya çıkan bir standarttır ve kullanılan modülasyon türü nedeniyle, doğrusallığı çok iyi ve verimi yüksek çıkış güç kuvvetlendiricilerine



Şekil-11. HiperLAN/2 için yüksek verimli güç kuvvetlendirici devresi şeması

gereksinim duymaktadır. Bu amaç için, simetrik sürümlü B-sınıfı güç kuvvetlendiricisi kullanımının en uygun çözüm olacağı söylenebilir.

Simetrik sürümlü yapıyı elde edebilmek için giriş ve çıkışta transformatörlerin kullanılması gerektiği bilinmektedir. Bu devrenin tümleşik olarak gerçekleştirileceği olması nedeniyle de, söz konusu frekans bandında geliştirilmiş halka hibritin transformatör olarak işlev yapacak en uygun yapı olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu tür hibrit yapıları kullanılarak tasarlanan ve etkin elaman olarak iki adet GaAs-FET'li kuvvetlendirici devresinden elde edilen sanal benzetim sonuçları da, bu yargıyı kanıtlamaktadır.



Şekil-12. Devredeki akım şekilleri

Şekil-11 deki devrede kullanılan tranzistörlerin çıkış akımlarının değişimleri Şekil-12 de gösterilmiştir. Şeklin üst tarafında gösterilen değişimler; FET'lerin çıkışlarında 180° evre farkıyla değişen çıkış akımlarını, alt taraftaki değişim ise, bu akımların çıkışa yerleşik geliştirilmiş halka hibrit üzerinde birleştirilmesi sonucu elde edilen toplam akımı göstermektedir. Kuvvetlendirici girişine uygulanan işaretin saf sinüzoidal olmasına karşın, tranzistörlerin doğrusalsızlığı nedeniyle tranzistör akımlarının dalga şekilleri bozulmaya uğramıştır. Ancak, giriş hibritinin güçleri eşit olarak bölmesi ve giriş işaretleri arasındaki evre farklarının 180° ye çok yakın olması nedeniyle, çıkış akım değişimleri simetriktir. Bu iki akım değişiminin çıkış hibrit devresinde birleştirilmesi sonucu elde edilen değişiminin saf sinüzoidal olması da, çıkış halka hibritin görevini yeterince yerine getirdiğini açıkça göstermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Maas S. A., Nonlinear Microwave Circuits, Artech House, MA 1998.
- [2] March S., A Wideband Stripline Hybrid Ring, IEEE TRANSACTIONS on MICROWAVE THEORY and TECHNIQUES, pp 361, June 1968.