

DENEY NO: 9**DENEYİN ADI: DÜŞÜK GÜRÜLTÜLÜ YÜKSELTEÇ (DGY) KAZANÇ VE YANSIYAN GÜÇ ÖLÇÜMLERİ****Deneyde Kullanılacak Cihazlar ve Malzemeler:**

- 1) Spektrum Analizör (1 GHz)
- 2) RF Sinyal Üretici (minimum -75 dBm, maksimum 7 dBm çıkış gücü)
- 3) 900 MHz merkez frekansında çalışan 1 adet Düşük Gürültülü Yükselteç (DGY-LNA).
- 4) Çalışma frekansınıza uygun olarak tasarlanmış 50 Ω yönlü kablör.
- 5) BNC(m) konnektörler ile sonlandırılmış 75 Ω koaksiyel kablolar.

Önemli Not

DGY deneyi için simülasyon yapılmayacak olup, yalnızca Deney Ön Hazırlık Soruları cevaplandırılacaktır.

Amaç

Bu deneyin amacı, DGY tasarım aşamalarının teorik olarak öğrenilmesi ve edinilen bilgiler ışığında DGY kazanç ve yansıyan güç ölçümlerinin laboratuvar ortamında uygulanmasıdır. Deneyde, 100 MHz-1 GHz frekans aralığında, 1. Portundan RF sinyal jeneratörü ile sinyal uygulanan DGY'nin 2. Portuna aktarılan güç ölçümleri yapılacaktır. İlaveten DGY'nin 1. ve 2. portlarından yansıyan güçler ölçülecektir. Ölçümlerde DGY'nin 2. portundan ölçülen gücün, 1. porttan uygulanan güçten yüksek olması ve 1. ve 2. portlardan ölçülen yansıyan güçlerin düşük olması önemlidir.

Giriş

DGY'ler, haberleşme sistemleri alıcı bloğunda yer alırlar. Haberleşme sistemlerinin, genelde antenden sonra gelen katıdır. Diğer yükselteçlerden farkı, işarete eklediği gürültünün diğer yükselteçlerden çok daha az olmasıdır. DGY'nin gürültü katsayısı alıcı devrenin gürültüsüne doğrudan eklendiğinden düşük olması zorunluluktur. DGY'den sonra gelen devre katlarının gürültü katsayıları DGY'nin güç kazancı oranında düşeceğinden DGY'nin yeterli güç kazancına sahip olması da gereklidir [1].

Friis ifadesinden de bilindiği gibi, bir sistemin toplam gürültüsünü, dolayısıyla alış hassasiyetini belirleyen en baskın kat, ilk kattır. Bazı özel sistemler haricinde hemen her haberleşme sisteminin ilk katında bir DGY bulunmaktadır [2]. N katlı kaskad bir sistem için Friis denklemi (1) ile ifade edilir.

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 \times G_2} + \dots + \frac{F_n - 1}{G_1 \times G_2 \times \dots \times G_n} \quad (1)$$

Burada F , N katlı kaskad sistemin toplam gürültü faktörünü; $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$, sistem katlarının gürültü faktörlerini ifade etmektedir. $G_1, G_2, G_3, \dots, G_n$ ise sistem katlarının kazançlarıdır. Denklem (1)'den de anlaşılacağı üzere DGY'nin kazancının sonraki basamaklarda kullanılan mikser gibi blokların gürültü faktörlerini yeterince baskılayacak kadar yüksek olması gerekir. Genelde DGY'nin girişine bağlanan antenlerin veya filtrelerin standart çıkış dirençleri 50 Ω'dur. Sistem gürültüsünü azaltabilmek ve

maksimum güç transferini sağlayabilmek için DGY'nin giriş ve çıkış empedanslarının sırasıyla giriş ve çıkış uyumlama devreleri ile 50Ω 'a uyumlanması gerekir. Tüm yükselteçler gibi DGY'ler de kararlı çalışmalıdır. Eğer potansiyel kararsız ise kararsızlık ihtimalini ortadan kaldıran çözümler uygulanmalıdır. Genel bir DGY blok diyagramı Şekil 1'de gösterilmiştir [1].



Şekil 1. Genel bir DGY blok diyagramı [1]

Şekil 1'de de görüleceği üzere genel bir DGY, aktif eleman, aktif elemanın çalışma noktasına uygun tasarlanmış DC besleme bloğu, aktif eleman S parametre değerlerine uygun tasarlanmış giriş ve çıkış uygunlaştırma devrelerinden meydana gelmektedir. Bunlara ek olarak aktif elemanı, çalışılan tüm frekans aralıklarında koşulsuz kararlı hale getirecek seri veya paralel kararlılık elemanlarından oluşmaktadır [1]. LNA tasarımı için pek çok aşama vardır:

- Uygun frekans bandı için en düşük gürültülü ve katalog bilgilerinin yeterli transistörün seçilmesi (BJT veya FET olabilir: örneğin, AN11097, BFP640, BFP740, BFR62, MGA-785, ATF34143, ATF-531P8, ATF-55143 vb.)
- Katalog bilgilerinde verilen S parametreleri ile aynı değerleri verecek şekilde DC besleme devresinin tasarlanması
- Kararlılık analizi yapılması ve koşulsuz kararlılık şartını sağlayacak çözümler üretilmesi
- Güç kazancı ve gürültü faktörü çemberlerinin beraber değerlendirilerek maksimum güç kazancı ve minimum gürültü faktörü elde etmek amacıyla giriş ve çıkış uyumlama devreleri için sırasıyla giriş ve çıkış empedans veya yansıma katsayılarının S parametreleri analizi yardımıyla bulunması
- Toplu parametrelili devre elemanları veya mikroşerit iletim hatları kullanılarak maksimum bant genişliği ve minimum yansıma olacak şekilde uyumlama devrelerinin tasarlanması
- Elde edilen tüm devrenin PCB için çıktısının (layout) alınması ve gerçekleştirilmesi
- Bulunan değerlerin pratik devreye dönüştürülmesi ve ölçülmesi

Deney Ön Hazırlık Çalışması

1. Deney ölçümleri esnasında size verilecek olan DGY'nin aktif elemanı olan ATF-54143 transistörünün katalog bilgilerini detaylı bir şekilde araştırıp yazınız.
2. Aşağıdaki kavramları açıklayınız.
 - Giriş ve çıkış kararlılık daireleri

- Kararlılık katsayıları
 - Koşulsuz kararlılık
 - Potansiyel kararsızlık
 - Güç kazancı (G_A, G_T, G_P)
 - Tek yönlü (unilateral) kuvvetlendirici
 - Uyumsuzluk katsayısı (M_S veya M_L)
 - Kazanç daireleri
 - Gürültü faktörü ve minimum gürültü faktörü
 - Gürültü faktörü daireleri
 - Giriş ve çıkış VSWR daireleri
3. LNA tasarımında transistör seçimi yapılırken hangi parametreler göz önüne alınmalıdır?
 4. Sinyal gürültü oranı ölçümü nasıl yapılır bir düzenele açıklayınız?
 5. Transistöre uygun DC besleme devresi nasıl tasarlanmalıdır?
 6. Transistöre kararlılık analizinde dikkat edilmesi gereken parametreler nelerdir? Kararsız bir transistör nasıl kararlı hale getirilir?
 7. LNA tasarımında uyumlama devrelerine ihtiyaç var mıdır? Neden? Siz tasarım yapacak olsaydınız hangi tür uyumlama devresi tercih ettiniz neden?
 8. LNA performans parametrelerini tablo halinde belirtiniz. Tasarım kriterleri nelerdir? Kısaca açıklayınız.

Deney Adımları

Deney ölçümleri iki adımdan oluşmaktadır.

- İlk adımda DGY'nin birinci portundan verilen gücün hangi kazanç oranı ile ikinci porta aktarıldığını gösteren güç ölçümü yapılacaktır.
- İkinci adımda ise DGY birinci ve ikinci portlarından yansıyan güçler ölçülecektir.
- NOT: Hem birinci deney adımında hem de ikinci deney adımında bünyesinde aktif eleman barındıran DGY DC Güç kaynağı ile beslenecektir.

Raporda Bulunması Gerekenler

1. Deney düzeneği şematik olarak gösterilecek, deney sırasında çekilmiş olan dijital fotoğrafta ilgili bloklar işaretlenerek gösterilecektir.
2. Deney adımları detaylı bir şekilde adım adım anlatılacaktır.
3. Farklı frekans değerleri için portlardan spektrum analizör ile ölçülen güç değerleri tablo şeklinde gösterilecektir. Kayıplar ve yansımalar hesaplanacaktır.
4. Portlardan elde edilen güç frekans karakteristikleri uygun çizim programları ile çizdirilerek sonuçlar yorumlanacaktır.
5. Deney hakkındaki deney grubundaki öğrencilere ait bireysel yorumlar ayrı ayrı yazılıp rapor sonuna eklenecektir.

Kaynak

- [1] Pozar, D. M., 2012. Microwave Engineering, Wiley, 720s, United States of America.
- [2] Mısra, D., K., 2001, Radio-Frequency and Microwave Communication Circuits Analysis and Design, Wiley, 581s.