

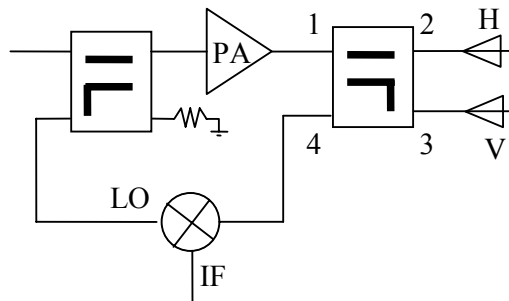
Şekil 2. Sirkülütör kullanmayan monostatik radar sistemleri

bağlaştırıcıdan kaynaklanan tek yönde 3dB, toplamda 6dB kayıp vardır. Şekil 2.b’de görülen devrede ise gönderme katında karıştırıcı LO işaretini yaratmak için kullanılan hibrit kaldırılmış ve tek bir hibrit kullanılmıştır, ancak, gönderme alma arasındaki 6dB kayıp değişmemiştir.

Hibrit yapı istenen uygulama frekansına göre üretilebileceğinden 1 ve 3 numaralı terminaller arasındaki yalıtım istenen frekansta 40-45dB düzeyinde oluşturulabilir. Ancak bu seviyeye ulaşabilmek için bütün terminallerdeki empedans uyumunun bu seviyelerden daha iyi olması gerekir. 2 ve/veya 4 numaralı terminalden görece daha yüksek yansıma olduğunda yalıtım bozulacaktır. 2 numaralı terminalde bulunacak antenin empedansının dar bantlı olarak 30-35dB civarında olması beklenebilir. Böyle bir durumda 4 numaralı terminalde bulunacak devre elemanının, 50 Ω sonlandırıcı ya da karıştırıcı LO giriş terminalinin, kontrollü bir biçimde bağlanması ve 3 numaralı terminalde sadeleştirme yaratacak biçimde kullanılması gerekir. Öte yandan 4 numaralı terminalde bulunacak devre elemanının göreceli daha kötü bir empedans uyumu varsa, antenin mükemmel bir empedans uyumu olması için çaba gösterilmemelidir. Pratik olarak deneysel ortamda kontrollü olarak yapılması gereken mükemmel empedans uyumlarına ulaşmaya çalışılmıyorsa 1-3 terminalleri arasındaki yalıtımı artırmaktır.

Şekil 2.b’de yer alan devrede dikkat edilmesi gereken bir nokta, karıştırıcı RF-LO terminalleri arasında bağlaştırıcı üzerinden bir döngü olmasıdır. Alınan işaretin düşük gürültülü yüksek kazançlı bir yükselteç tarafından yükseltildikten sonra karıştırıcıya verilmesi durumunda, RF/LO arasında yeterli yalıtım bulunmazsa bu döngü karıştırıcının kayıplarını artırabilir.

Bilindiği gibi radar sistemlerinde farklı amaçlara özgü olarak farklı anten kutuplaşmaları kullanılmaktadır. FMCW altimetre radarı işareti yere gönderip yerden alacaktır. Yerdeki bitki örtüsüne ve toprağın durumuna bağlı olarak yansıma oranları değişiklik gösterebilir (σ_{VV} , σ_{HH} , σ_{VH} , σ_{HV}); gelen işaret gönderilen işaretten tamamen farklı bir kutuplaşmada olabilir. Böyle bir durumda dairesel kutuplaşmalı anten kullanıldığında işaret kutuplaşmasında rastgele bir dağılım olsa bile 3dB civarında bir kayıpla gelen işaret alınabilir. Ancak, kutuplaşmada farklılaşma olmazsa, yer düzgün bir yansıtıcı olarak davranırsa (nemli zemin gibi), sağ el gönderilen bir dairesel kutuplaşma gönderici anten tarafından alınamayacaktır. Bu nedenle dairesel kutuplaşmalı anten uygun görülmemektedir. Ancak dairesel kutuplaşmanın yerden yansıma durumunda getirdiği avantajdan yararlanabilmek için Şekil 3’te görülen sistem kullanılabilir.



Şekil 3. Dairesel kutuplaşma radar sistemi

Bu radar sisteminde iki anten farklı iki doğrusal kutuplaşmada kullanılmaktadır. 3dB 90° bağlaştırmacı ile gelen gönderme işareti yatay ve düşeydeki iki anten tarafından dairesel kutuplaşmış bir işaret olarak yayılacaktır. Tamamen düzgün bir yüzey üzerinden yansıyan bir dalga her iki anten tarafından ayrı ayrı alınacak ve alınan işaretler arasında dairesel kutuplaşma nedeni ile 90° faz farkı olacaktır. 3dB 90° bağlaştırmacıdan gelen faz kayması ile birlikte, bağlaştırmacının 1 numaralı terminalinde bu iki işaret birbirini sadeleştirecek ancak 4 numaralı terminalde aynı fazlı hale gelip güçlendirecektir. Yerden yansıma sırasında kutuplaşmanın korunamaması durumunda, yansıma katsayılarına (σ_{VV} , σ_{HH} , σ_{VH} , σ_{HV}) bağlı olarak dönüşümler gerçekleşecektir. Bu dönüşümlerin istatistiksel olarak düzgün dağılmış olması durumunda her iki antene gelen işaret birbirinden ilintisiz (decorrelated) ancak benzer güçte olacaktır. Birbirinden ilintisiz eş güçte iki işaret yaklaşık 3dB kayıpla 4 numaralı bağlaştırmacı terminalinden alınmış olacaktır. Kutuplaşmada farklılaşma olma durumunda bu kayıp her durumda radar sisteminde zaten mevcut olacağı için gerçekte, sistem performansı açısından, bir kayıp söz konusu değildir.

Öte yandan bu sistemin getirdiği avantajlar şunlardır:

- i. Yerden yansımanın yansıma yüzeyine bağımlı olarak yaratabileceği körlükler ortadan kaldırılmaktadır.
- ii. Gönderme işareti, sirkülatör kullanan sistemdeki gibi kayıpsız olarak aktarılabilmekte ve sirkülatör kullanılmamaktadır. Aynı şekilde alınan işaret de düzgün yansıtıcıdan geldiği durumda kayıpsız olarak sisteme aktarılabilmektedir.
- iii. Bağlaştırmacının EM benzetim yazılımları kullanılarak istenen performansta tasarımı yapılabildiği ve yeterince hassas teknikler ile benzetime uygun üretilebildiği için üretim açısından kontrolü artırmaktadır.

Bu sistem özellikle dar frekans bandında yüksek performans gösterecektir. Ancak geniş bantta benzer performansın elde edilebilmesi kullanılan anten ve bağlaştırmacının geniş band performansına bağlıdır. Antenlerin aynı olmaları ve iyi bir empedans uyumu göstermeleri durumunda gönderme alma arasındaki yalıtım antenler arası bağlaşımla belirlenir.

Yukarıda anlatılan sistemler gösterim amaçlı olarak üretilmiş ve beklenen performanslar elde edilmiştir. Düşey ve yatay kutuplaşmış antenler iki farklı yama anten ve iki girişli tek yama anten olarak üretilmiştir. Gönderme alma katları arasındaki yalıtım bağlaştırmacının yalıtımı ile birlikte antenler arasındaki yalıtıma ve giriş empedanslarına bağlıdır. Tek bir yama anten durumunda 20dB'nin üzerinde yalıtım ölçümlerde elde edilmiştir.

Sonuç

FMCW altimetre radarları üzerine araştırmalar güncel olarak sürmektedir. Gönderme alma işaret güçleri arasındaki yüksek oran nedeniyle monostatik sistemlerde yalıtım önem kazanmaktadır. Bu bildiride hibrit yapılar kullanılarak yüksek yalıtım oranı elde edilmesine yönelik alternatif sistem tasarımları anlatılmıştır. Aynı zamanda dairesel kutuplaşmalı anten kullanan yeni bir sistem tasarımı tanıtılmıştır.

Referanslar:

- [1] A. Tessmann, S. Kudszus, T. Feltgen, M. Riessle, C. Sklarczyk, ve W. H. Haydl, "Compact Single-Chip W-Band FMCW Radar Modules for Commercial High-Resolution Sensor Applications", IEEE Trans on MTT, vol 50, no 12, Dec 2003, pp 2995-3001.
- [2] S. J. Park, T.Y. Kim, S.M. Kang, K. H. Koo, "A Novel Signal Processing Technique for Vehicle Detection Radar", IEEE MTT-S Int. Micr. Symp. June 2003, vol 1 pp 607-610.
- [3] A. G. Stove, "Linear FMCW Radar Techniques", IEE Proceedings-F, vol. 139, no. 5., Oct. 1992, pp. 343-350.