

## A Mixer LO Driver Implementation for Dual-band FMCW Radar

°김병준, 김덕수, 구종섭, 남상욱

INMC &amp; Department of Electrical and Computer Engineering, Seoul National University

[bjkim@ael.snu.ac.kr](mailto:bjkim@ael.snu.ac.kr)

## I. 서론

최근 기술발전으로 인해 레이더성능이 향상되고 있다. 동시에 레이더의 단가가 저렴해지고 있다. 이에 따라 레이더를 다양한 용도로 활용하기 위한 연구가 많이 진행되고 있다. 그 중 FMCW타입의 레이더에 대한 연구도 많이 진행되고 있다. 펄스형레이더에 비해 높은 수신감도, 낮은 최대송출전력과 같은 장점을 가지고 있기 때문에 근거리 실내응용이나 벽투과응용에 사용하기 위한 연구가 진행되고 있다 [1],[2]. 이중대역 광대역 FMCW레이더의 경우 이중대역이므로 특정주파수가 잘 동작하지 않는 환경에서도 운용이 가능하며 광대역을 이용하므로 높은 해상도를 제공할 수 있다 [3]. 본 연구는 S/X대역 광대역 FMCW신호를 생성하고 증폭하여 혼합기를 구동하기 위한 LO구동부 구현에 관한 연구이다.

## II. 본론

이중대역 광대역 FMCW레이더를 구성 시, 소형화와 단가절감을 위해서 칩소스 및 분주기, 이득증폭기, 혼합기를 공유해서 사용할 수 있다. 이 과정에서 S/X대역 두 대역 모두에서 잘 동작하기 위해서는 주의깊은 설계가 요구된다. FMCW레이더의 경우 송신신호와 수신신호를 혼합하여 주파수차이를 얻은 후 주파수차이를 바탕으로 거리를 측정하는 시스템이다. 그러므로 주파수차이를 깨끗하게 얻어낼수록 시스템의 성능이 향상된다. 그러나 만약 이상적인 선형 칩신호를 사용하더라도 진폭의 변조가 있게되면 이는 혼합기의 출력신호를 변조시킨다. 결국 표적에 의한 출력신호 품질이 나빠지며 허위주파수신호를 형성할 수 있다. 그러므로 신호의 진폭이 변화하여 복조하는 현상을 최대한 감소시켜야 한다. 여기서 칩신호생성기 부분과 혼합기 LO포트를 드라이브하기 위한 이득증폭기부분, 혼합기의 요구사항이 결정된다. X대역의 칩신호, S대역의 칩신호, 혼합기는 상용소자를 이용하면 주파수부분에 대한 요구는 만족할 수 있다. 그러나 S대역에서 300 MHz (3.1-3.4 GHz), X대역에서 1000 MHz (9.0-10.0 GHz)의 신호를 증폭하여 혼합기를 드라이브하는 과정에서 진폭에 의한 변조가 일어날 수 있다. 칩신호 발생기의 경우 비교적 일정한 진폭의 신호가 광대역에 걸쳐 생성되나 FR-4기판에서 측정할 경우 최대 2 dB정도의 진폭변동을 관측할 수 있다. 또한, 증폭기의 경우 매우 정밀하게 설계된 3-10 GHz를 처리할 수 있는 광대역 증폭기가 아닐 경우 고주파부로 갈수록 진폭변조가 있을 수 있으며 특히 온도변화에 취약할 수 있다. 또한, 많은 증폭기가 DC block 커패시터와 바이어스를 위한 인덕터를 필요로 한다. S대역에서 잘 동작하는 큰 값의 커패시터와 인덕터는 X대역에서 자기공명주파수문제를 가지는 경우가 많으므로 적절한 값을 잘 선택해야한다. 그러므로 본 연구에서는 증폭기의 포화특성을 이용하는 방법을 제안한

다.

적용한 상용 혼합기의 특성을 살펴보면 LO 전력크기가 13 dBm이하레벨에서는 LO 전력크기변동에 의해 이득의 변화가 크다. 그러나 15 dBm이상의 큰 LO 입력전력을 가질경우 LO신호의 크기변화에 의한 이득의 변화는 거의 없다. 그러므로 S대역 신호와 X대역 신호 모두 혼합기 LO포트에 최소 15 dBm이상의 신호를 인가함으로써 분주기, 증폭기, 커패시터, 인덕터에 의한 진폭변화가 혼합기에 주는 영향을 크게 감소시킬 수 있다. 이를 위해서 증폭기 소자를 2단 연결하는 방법을 사용하였다. 이 소자는 S대역에서 최소 14 dB, X대역에서 최소 9 dB의 이득을 가진다. 동시에 포화전력을 S대역에서 20-21 dBm, X대역에서 16-18 dBm을 가지므로 충분히 큰 출력전력을 가진다. 커패시터는 2 pF를 선택했으며 인덕터는 2.2 nH, 2.5 nH를 직렬로 사용하는 방법을 선택했다. 커패시터의 경우 S대역과 X대역 모두에서 낮은 손실을 가지는 값을 실험을 통해 구했으며 인덕터의 경우 두 인덕터를 직렬로 사용함으로써 S대역과 X대역 모두에서 낮은 손실을 가지게 설계했다.

## III. 결론

이중대역 광대역 FMCW레이더의 칩신호를 생성하고 이를 증폭하여 혼합기의 LO에 드라이브하는 과정에서 생길 수 있는 진폭변조 과정 및 이의 영향을 감소시키는 방법에 대하여 고찰하고 제안하였다. 광대역 증폭기의 이득특성과 포화전력 특성을 이용하여 혼합기의 LO 포트에 일정크기 이상의 신호를 입력하였다. 이를 통해 S대역과 X대역에서 광대역 FMCW신호를 잘 처리할 수 있었으며 시스템을 구성하여 실제 표적탐지를 수행하였을 경우 표적신호가 출력으로 잘 나오는 것을 확인하였다.

## Acknowledgement

This work was partly supported by the ICT R&D program of MSIP/IITP (No. 14911-01004, SDR Radar Sensor Platform Development).

## Reference

- [1] G. L. Carvat, L. C. Kempel, E. J. Rothwell, C. M. Coleman, and E. L. Mokole, "A through-dielectric radar imaging system," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 58, no. 8, pp. 2594-2603, Aug. 2010.
- [2] B. Waldman, et al., "Pulsed frequency modulation techniques for high-precision Ultra wideband ranging and positioning," in *Proc. IEEE ICUBW*, Sep. 2008, pp. 133-136.
- [3] B. Kim, et al., "A dual-band FMCW radar for through-wall detection," in *Proc. IEEE The 5-th APSAR*, Sep. 2015, pp. 54-57.