

고속, 대용량 무선통신을 위한 송신기 구조 연구

남규현, 봉원준, 김병훈, 조주연, 송경영*, 장민호*, 장지웅*, 박준석

국민대학교, *울산과학대학교

nkx@kookmin.ac.kr, whoischarry@naver.com, bhkim2@kookmin.ac.kr, hodunamu@kookmin.ac.kr, *kysong@uc.ac.kr, mhjang@uc.ac.kr, jwjang@uc.ac.kr, jspark@kookmin.ac.kr

A Study on the Transmitter structure for high-speed and high-capacity wireless communication

Kyu Hyun Nam, Bong Won Juon, Byeong Hoon Kim, Ju Yeon Jo, Kyoung Young Song*,

Min Ho Jang*, Ji Woong Jang*, Jun Seok Park

Kookmin Univ., *Ulsan College

요약

본 논문은 Six-port 기반의 송신기 구조의 구성요소에 대하여 설명하고, 이를 통해 5G 무선통신에 사용할 수 있는 적합한 구조를 제안한다. 또한, 제안하는 구조의 장점에 대해 설명한다.

I. 서론

최근 5G, 6G 이동통신 분야에서는 고속, 대용량, 초저지연의 성능을 요구하고 있다. 현재 송신기 구조인 호모다인 송신기는 샘플링 이론으로 인해 시스템 클럭 사용의 한계를 갖고 있다. 이로 인해 5G 이동통신 성능을 만족시키기 위해서 여러 구조에 대해 연구가 진행되고 있다 [1]-[2]. 또한, 높은 데이터 속도를 처리하기 위해서 5G 로컬 발진기(LO, Local Oscillator)의 통합 지터 성능 향상에 대해 연구가 진행되고 있다.

본 논문에서는 저잡음 로컬 발진기와 six-port 기반의 송신 방법에 대해 설명한다.

II. 본론

5G 이동통신은 밀리미터파 대역을 사용하여 기존 4G 대비 20배 이상의 통신속도, 용량, 지연속도 등의 성능 달성이 가능하다. 하지만 현재 5G는 3.5 GHz 대역을 사용함에 따라 기존 4G 이동통신과 비교하였을 경우 성능적인 측면에서 큰 차이가 나지 않는다. 이를 해결하기 위해서는 28GHz 대역을 사용하는 무선통신 시스템이 필요하다.

그림 1은 제안하는 송신기 구조이다. 제안하는 송신기 구조는 저잡음 주파수합성기, 주파수채배기와 six-port로 구성되어 있다. 밀리미터파대역(28 GHz)에서 5G 이동통신이 요구하는 저잡음 성능을 만족하는 주파수합성기 설계는 어려움이 있다. 그리하여 제안하는 송신기 구조는 저주파수 대역에서의 저잡음 주파수합성기와 주파수합성기의 신호를 채배시키는 주파수채배기를 통해 밀리미터파대역의 신호를 생성한다. 밀리미터파대역의 주파수합성기의 위상잡음은 10 MHz까지 측정한다. 그리하여 저잡음 성능을 달성하기에는 저주파수에서 주파수합성기가 고주파수에서의 주파수합성기보다 상대적으로 쉽다. 주파수채배기로 인한 위상잡음 성능은 주파수채배기의 배율(M)에 따라 증가함에 따라, 저주파수대역의 저잡음 주파수합성기와 주파수채배기로 구성된 구조는 저잡음 성능을 달성하

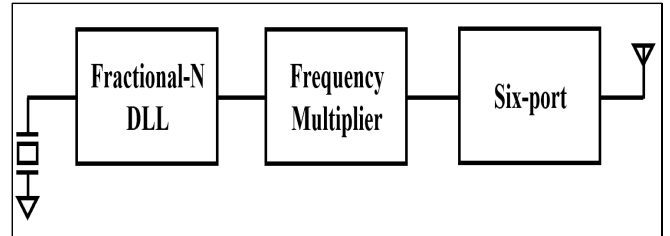


그림 1. 제안하는 송신기 구조

기에 적합하다 [3]. Six-port 구조는 주파수채배기를 통해 채배된 밀리미터파신호를 Six-port에 입력되는 디지털신호에 따라서 출력값을 선택함으로써 RF 신호를 직접 송신하는 구조이다. 또한, DAC(Digital to Analog Converter)를 사용하지 않아 샘플링 이론으로 인한 대역폭 감소가 없어 광대역의 무선통신이 가능하다. 또한, DAC으로 인한 전력 소모가 없어 송신기의 전력소모를 감소시키는 장점이 있다.

기존 4G 이동통신에서는 LO의 In-band Noise를 무시할 수 있었지만, 5G, 6G에서는 In-band Noise를 무시할 수 없다. 대용량의 데이터를 전송하기 위해서 높은 차수의 QAM(Quadrature Amplitude Modulation)을 사용해야 한다. 이는 이동통신 시스템에서의 위상잡음 성능이 핵심이다. 이를 위해서 이동통신 시스템에서 위상잡음 성능 향상을 위한 연구는 지속해서 진행 중이다.

제안하는 송신기 구조에서 Six-port는 그림 2와 같이 3개의 하이브리드 커플러와 1개의 파워디바이더와 저항으로 구성될 수 있다. 이는 반사계수를 선택할 수 있는 저항을 통해 출력을 선택할 수 있다. I/Q 패스의 반사계수를 선택함에 따라 식 (1)과 같이 QAM 형태의 출력을 얻을 수 있다.

$$a_{RF} = \frac{1}{4} a_{LO} [(\Gamma_3 + \Gamma_4) + j(\Gamma_5 + \Gamma_6)] \quad (1)$$

참고 문헌

- [1] Gong, Shaofang, and Magnus Karlsson. "Pushing the wireless data rate to the Internet speed.", *IEEE Access* 4, 2016.
- [2] Song, Xiaoxiong, et al. "Six-Port Direct Modulator With Carrier Suppression Technology for High-Speed High-Frequency Wireless Communications." *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, vol. 27, no. 8, pp. 745-747, 2017.
- [3] Nam, Kyu-Hyun, Nam-Pyo Hong, and Jun-Seok Park. "A 16-times frequency multiplier for 5G synthesizer." *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques* vol. 69, no. 11, pp. 4961-4976, 2021

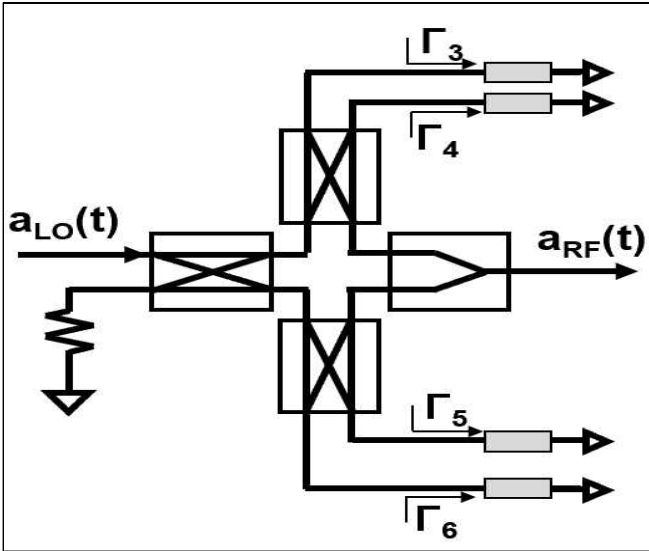


그림 2 Six-port 구성도

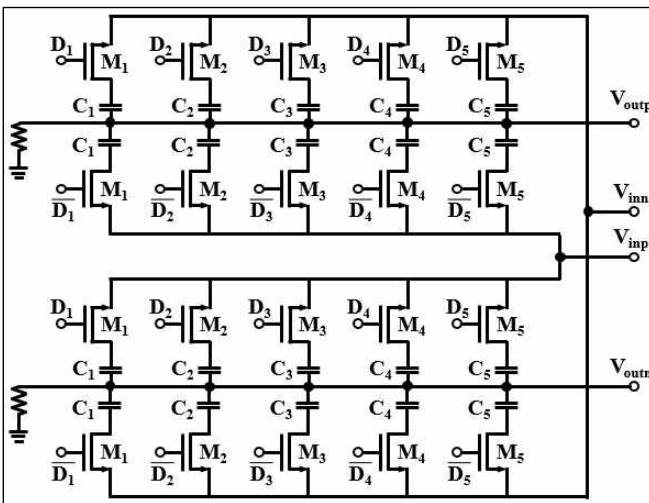


그림 3 커패시터 래더 기반 Six-port 회로도

또는 그림 3과 같이 커패시터 래더기반의 Six-port 구조를 사용할 수 있다. 이는 커패시터 비율을 선택을 통해서 QAM 형태의 출력을 나타낼 수 있다.

III. 결론

5G 이동통신에서 고속, 대용량의 데이터 전송을 위해서는 넓은 대역폭, 저잡음, 높은 변조 차수 등이 있다. 이는 회로 구조 및 소자 특성에 따라 한계를 갖고 있으며, 한계를 극복하기 위한 새로운 구조에 관하여 연구가 진행 중이다. Six-port 기반의 송신기 구조는 넓은 대역폭, 높은 변조 차수와 잡음성능에 대해 5G 이동통신에서의 요구를 충족시킬 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2020-0-00216, 데이터 무변환 6PMP 기반 밀리미터파 대역 위상배열 송신 기술개발)