

GaAs MESFET를 이용한 GHz급 위상 동기 회로에 관한 연구

정태식, 최우영*

한국전자통신연구원 네트워크연구소 고속스위치팀

*연세대학교 전기전자공학과 초고속정보전송연구실

E-mail: cts@etri.re.kr

본 논문에서는 Gbps급 데이터 통신 시스템에서 고속 직렬 데이터 생성 및 복원에 필수적인 고주파 클럭 공급 장치에 응용될 수 있는, 완전 차동 구조의 2GHz급 위상 동기 회로와 10GHz급 위상 동기 회로를 제안한다. 제안된 회로는 고속 회로 설계에 유리한 $0.5\mu\text{m}$ GaAs MESFET 공정을 이용하여 구현되었다.

각각의 위상 동기 회로는 다음과 같은 새로운 구조의 구성 회로들을 이용하여 구성된다.

첫째, 10GHz 대역의 높은 주파수를 낼 수 있는 새로운 구조의 전압 제어 발진기를 제안한다. 이 회로는 SCFL 형태의 차동 인버터의 공통-소오스에서 나타나는 주파수 체배 효과를 이용하여 2단 링 발진기로부터 10GHz 대역의 신호를 발생시키는 방식을 사용한다. SPICE 시뮬레이션 결과, 제안된 10GHz급 전압 제어 발진기는 $-1.6\text{V}\sim-0.4\text{V}$ 의 제어 전압 범위에서 $8.95\text{GHz}\sim 10.13\text{GHz}$ 의 출력 주파수 범위를 가지며 $-25^\circ\text{C}\sim 80^\circ\text{C}$ 의 동작 온도 범위에서 $-5.52\text{MHz}/^\circ\text{C}$ 의 온도 계수를 갖는다.

둘째, 기존의 피드백 결합 방식의 전압 제어 발진기보다 넓은 주파수 범위를 가지면서 안정성이 강화된 새로운 구조의 2GHz급 전압 제어 발진기를 제안한다. 이 회로는 2개의 동일한 링 발진기를 아날로그 MUX를 이용하여 상호 결합함으로써 기존의 방식이 갖는 장점을 그대로 유지하면서 동시에 기존 방식에서 문제가 되었던 발진 주파수 범위의 제한 및 발진의 불안정성을 해결할 수 있는 구조를 사용한다. 측정 결과, 제안된 회로는 $-0.8\text{V}\sim 0.2\text{V}$ 의 차동 제어 전압 범위에서 $1.74\text{GHz}\sim 3.4\text{GHz}$ 의 출력 주파수 범위를 갖는다.

셋째, 고속 동작이 가능하면서 동시에 출력의 안정성을 향상시킬 수 있는 새로운 구조의 차동 전하 펌프 회로를 제안한다. 이 회로는 기존의 차동 전하 펌프에서 나타나는 누설로 인한 출력 전압 유지 성능의 저하를 해결하기 위해 다이오드를 이용하여 간단하게 구성할 수 있는 누설 방지 회로와 설계 조건이 크게 완화된 피드백을 통한 전류원 제어 회로를 이용하여 기존의 구조에 비해 개선된 출력 전압 유지 성능을 갖는 구조를 사용한다. SPICE 시뮬레이션 결과, 80°C 의 동작 온도 조건 하에서 최대 $0.16\%/500\text{ns}$ 의 출력 전압 유지 성능을 갖는다.

본 논문에서는 제안된 각 구성 회로들을 이용하여 구현된 2GHz급 위상 동기 회로와 10GHz급 위상 동기 회로에 대한 SPICE 시뮬레이션 결과와 실험 결과를 보이고 그 결과를 고찰하고자 한다.