
UWB용 카오스 오실레이터의 설계 및 구현

강 상 기*

Design and Implementation of a Chaotic Oscillator for UWB

Sanggee Kang*

요 약

카오스 발진기는 광대역의 신호를 발생시킬 수 있으며, 발진기의 출력 신호는 스위치를 사용해서 on/off 하더라도 스펙트럼 특성이 변하지 않는다. 통신시스템에서 카오스 발진기를 이용하면, 송수신기에서 국부발진기, 믹서 등의 사용이 필요없기 때문에 전력소모도 적고 시스템이 간단해지는 장점이 있다.

본 논문에는 UWB 시스템용 카오스 발진기의 설계, 구현 및 시험결과가 기술되어 있다. 본 논문에서 제작된 카오스 발진기의 출력은 3.4GHz의 중심주파수에서 500MHz의 채널대역폭에 -8.11dBm의 출력전력을 가지며, -10dB 대역폭은 약 470MHz 이었다.

ABSTRACT

Chaotic oscillators can generate wide-band signals and the spectrum characteristics of the wide-band signals are not changed by switching on and off the output power of the oscillators. When communication systems use a chaotic oscillator, the communication system need not a local oscillator and a mixer used in conventional transceivers. Therefore the configuration of a communication system using a chaotic oscillator is simple and have the characteristics of low-power consumption.

In this paper we design and implement a chaotic oscillator. And the test results of the implemented chaotic oscillator for UWB systems are presented. The implemented chaotic oscillator has -8.11dBm of the output power with 500MHz channel bandwidth at 3.4GHz of the center frequency and has about 470MHz of -10dB bandwidth.

키워드

카오스 발진기(Chaotic Oscillator), 콜피츠 발진기(Colpitts Oscillator), 초광대역(UWB: Ultra Wide-Band)

I. 서 론

UWB 시스템은 광대역 시스템이기 때문에 많은 정보의 전송이 가능할 뿐만 아니라, UWB 신호의 특성을 이용함으로써 위치추적, 탐지 및 감시 등 많은 분야에서 활용되고 있다[1]. 우리나라의 경우에는 2006년에 통신용 UWB에 주파수 할당이 완료되었고, 2007년에 비통신용

UWB 시스템 중의 일부 응용 시스템에 대해서 주파수의 할당이 완료되었다. 이에 따라서 우리나라에서도 UWB 시스템의 연구 개발이 더욱더 활발히 진행될 것으로 예상된다. UWB 시스템은 고속의 데이터 전송뿐만 아니라 저속의 데이터 전송에도 많은 응용 서비스의 창출이 가능하다.

일반적인 발진기는 안정된 하나의 주기를 갖는 CW

신호를 생성하지만, 카오스 발진기는 광대역의 신호를 생성하는 특징을 갖는다. Chua 회로는 다양한 카오스 신호를 발생시킬 수 있는 가장 일반적인 회로로 알려져 있는데, 이 회로는 Colpitts 회로와 아주 유사하다[2]. 연구 결과 Colpitts 회로는 카오스 신호를 생성할 수 있는 가장 일반적인 회로 중의 하나로 알려져 있다[3,4,5]. 그러나 대부분의 연구 결과들은 주파수가 아주 낮은 대역에 대한 실험 결과를 기술하고 있는 실정이다.

통신시스템에서 카오스 발진기는 발진 신호를 on/off 하더라도 카오스 성질이 변화되지 않는 특성이 있기 때문에 ASK 통신방식에 적용하기 쉽다. 따라서 카오스 발진기를 저속의 데이터를 전송하는 UWB 시스템에 사용하면, 송신기의 구성에서 믹서, 발진기 등이 없어도 되기 때문에 시스템이 간단해 진다는 장점이 있다. 그리고 수신기는 간단한 포락선 검파를 사용하면 되므로 수신기 역시 믹서, 국부발진기 등이 필요 없어 전체시스템이 아주 간단해진다. 이와 같은 통신시스템의 구조는 그림 1과 같다. 그림 1에서 카오스 발진기의 신호는 송신경로에 위치하는 스위치를 통해서 변조되며, 이때 송신신호의 스펙트럼은 변화되지 않기 때문에 송신스펙트럼도 UWB 신호이다. 그림 1에서 카오스 발진기의 DC on/off 제어신호는 수신기에 간섭영향을 최소화하기 위해서 사용되며, 수신모드에서 카오스 발진기의 전원을 off하는 기능을 한다. 본 논문에서는 UWB 대역중 low band(3.1 ~ 4.8GHz)에서 동작하는 카오스 발진기의 설계 및 구현에 대해서 기술하며, 구현한 UWB용 카오스 발진기의 성능 시험결과를 기술한다.

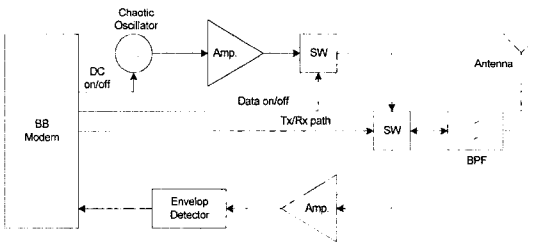


그림 1. 카오스 발진기를 이용한 송수신시스템의 구성도

Fig. 1. Block diagram of a transceiver using a chaotic oscillator

II. 설계 및 구현

그림 2는 본 논문의 시뮬레이션에서 사용한 카오스 발진기의 회로도이며, 전형적인 Colpitts 회로임을 알 수 있다. 그림 2의 회로가 하나의 안정된 CW를 발생시키는 Colpitts 회로이고, 트랜지스터의 기생 인덕턴스와 캐패시턴스 성분을 무시할 수 있다면, 발진주파수는 다음과 같다.

$$\omega^2 = \frac{C_1 + C_2}{LC_1C_2} \quad (1)$$

그러나 그림 2에서 L과 직렬연결된 R_r의 값에 따라서 하나의 안정된 CW를 생성하는 특성은 변화하게 되며, 특정한 값에서부터 카오스 성질을 갖게 된다[2]. 이와 같이 저항 R_r에 따라서 하나의 안정된 CW 신호가 광대역의 신호를 발생시키는 특성은 공진기의 Q 값이 낮아짐에 따라서 순도가 낮은 신호를 생성한다고 생각할 수 있다. 즉, Colpitts 회로가 Chua 회로의 특징을 갖는 경우, Colpitts 발진기의 출력에는 여러 개의 CW 신호들이 동시에 존재하게 된다.

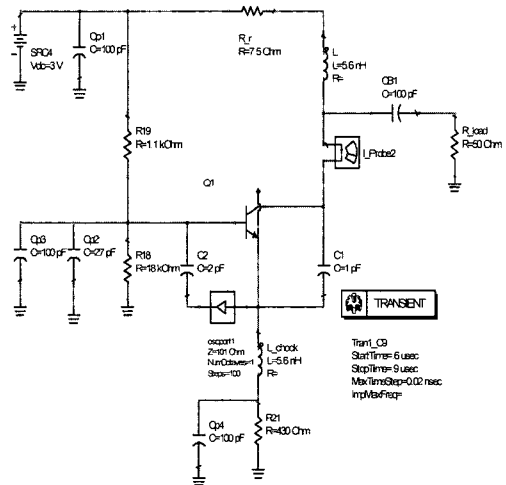


그림 2. 설계한 카오스 발진기의 회로도
Fig. 2. The schematic of the designed chaotic oscillator

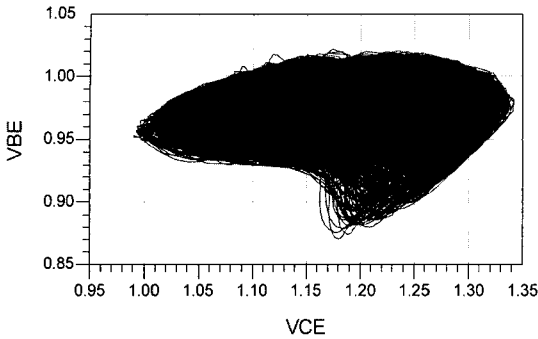


그림 3. 카오스 발진기의 동적 특성
Fig. 3. Dynamic characteristics of the chaotic oscillator

그림 3은 그림 2의 회로를 시뮬레이션한 결과로써 카오스 발진기의 동적 특성을 보여준다. 그림 3으로부터 그림 2의 회로는 하나의 안정된 동적특성을 갖지 않고, 카오스 특성을 가짐을 알 수 있다. 시뮬레이션 결과 VCE는 1 ~ 1.35V, VBE는 0.87 ~ 1.02V 사이의 값을 갖는다. 그림 4는 시간영역에서 출력파형이며, 그림 5는 카오스 발진기의 스펙트럼 특성을 시뮬레이션한 결과이다. 그림 4에 나타낸 카오스 발진기의 시간영역 특성도 출력이 하나의 안정된 상태를 갖지 않음을 보여주며, 그림 5로부터 카오스 발진기의 스펙트럼은 3.4GHz에 중심이 있음을 알 수 있다.

III. 시험 결과

카오스 발진기의 제작에 이용된 기판은 유전율 3.2이고 두께 0.813mm인 Rogers 4003을 사용하였고, 트랜지스터는 Infineon사의 BFP520을 사용하였다. 그림 6은 제작된 카오스 발진기의 출력 특성을 시간영역에서 측정 한 결과이다. 시간영역의 출력파형은 약 500mVpp 값을 가지며, 이 결과는 그림 4의 시뮬레이션 결과와 유사하다. 그림 7은 제작한 카오스 발진기의 출력스펙트럼이며, 3.4GHz에서 500MHz채널 전력은 -8.11dBm 그리고 -10dB 대역폭은 약 470MHz로 측정되었다.

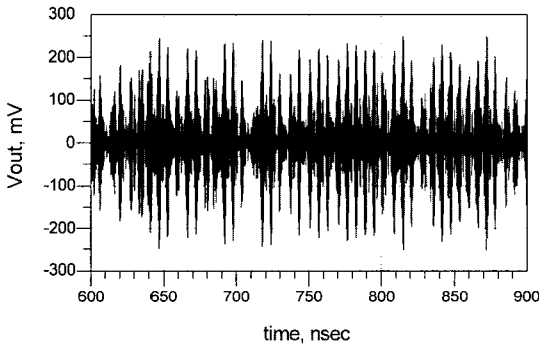


그림 4. 시간영역에서 카오스 발진기의 출력 파형
Fig. 4. Output waveform of the chaotic oscillator in time domain

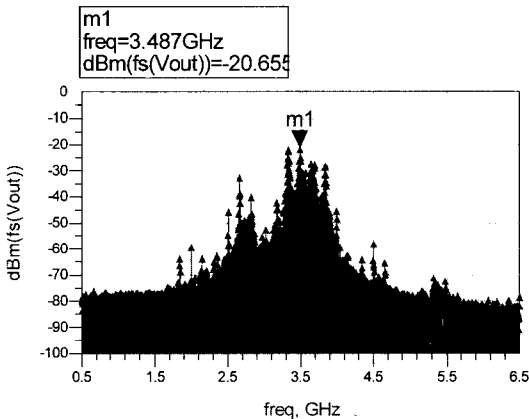


그림 5. 카오스 발진기의 출력 스펙트럼
Fig. 5. Output spectrum of the chaotic oscillator

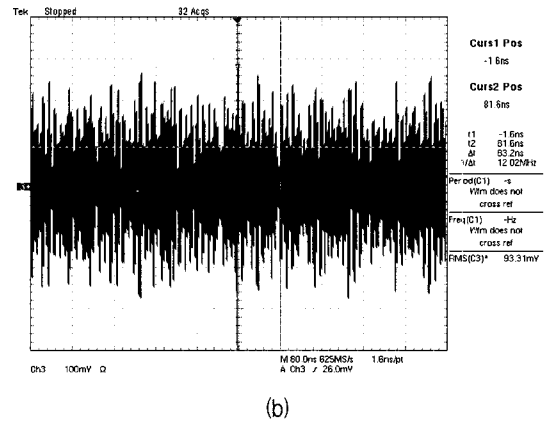


그림 6. 제작된 카오스 발진기의 시간영역 파형
Fig. 6. Output waveform of the implemented chaotic oscillator in time domain

그림 7의 스펙트럼 모양은 전체적으로 시뮬레이션 결과인 그림 5와 유사함을 알 수 있다. 그림 8은 제작된 카오스 발진기의 사진이다.

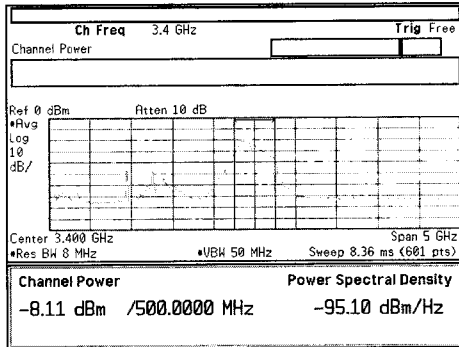


그림 7. 제작된 카오스 발진기의 출력 스펙트럼
Fig. 7. Output spectrum of the implemented chaotic oscillator

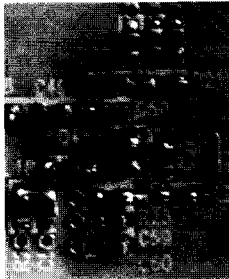


그림 8. 제작된 카오스 발진기의 사진
Fig. 8. Picture of the implemented chaotic oscillator

IV. 결론

Colpitts 발진기를 이용해서 카오스 특성을 갖는 발진기를 설계하였고, 시뮬레이션을 통해서 설계한 발진기가 카오스 특성을 가짐을 보였다. 제작한 카오스 발진기는 3.4GHz에서 500MHz 대역폭에 -8.11dBm의 출력전력을 가지며, -10dB 대역폭은 약 470MHz이었다. 본 논문의 결과는 제작된 발진기가 UWB용 카오스 발진기로 적용이 가능함을 보여준다.

참고문헌

- [1] UWB 포럼, 센서용 UWB 주파수 이용방안 연구, 2007.
- [2] G. Sarafian and B. Z. Kaplan, "Is the Colpitts Oscillator a Relative of Chua's Circuit?," IEEE Trans. on Circuit and Systems - I: Fundamental Theory and Applications, vol. 42, no. 6, pp. 373-376, June 1995.
- [3] Michael Peter Kennedy, "Chaos in the Colpitts Oscillator," IEEE Trans. on Circuit and Systems - I: Fundamental Theory and Applications, vol. 41, no. 11, pp. 771-774, Nov. 1994.
- [4] Leon O. Chua, Chai Wah Wu, Anshan Huang and Guo-Qun Zhong, "A Universal Circuit for Studying and Generating Chaos-Part I: Routes to Chaos," IEEE Trans. on Circuit and Systems - I: Fundamental Theory and Applications, vol. 40, no. 10, pp. 732-744, Oct. 1993.
- [5] Leon O. Chua and Gui-Nian Lin, "Canonical Realization of Chua's Circuit Family," IEEE Trans. on Circuit and Systems, vol. 37, no. 7, pp. 885-902, July 1990.

저자소개



강 상 기(Sanggee Kang)

1988년 단국대학교 전자공학과 (공학사)
 1989년 삼성전자체통신
 1989 ~ 1992 해군통신장교
 1994년 단국대학교 전자공학과(공학석사)
 2004년 충남대학교 전자공학과(공학박사)
 1994 ~ 2005 한국전자통신연구원 선임연구원
 2005 ~ 현재 군산대학교 전자정보공학부 조교수
 ※관심분야: RF/MW 부품 및 시스템