

1Giga bit MODEM을 위한 Binary ASK방식

박진성, 강성호, 엄기환, *Sosuke Onodera, *Yoichi Sato
동국대학교 밀리미터파 신기술 연구센터
*도호대학교 정보과학과

Binary ASK way for 1Giga bit MODEM

Jin Sung Park, Kang Seong Ho, Ki Whan Eom, Sosuke Onodera, Yoichi Sato
Millimeter-wave Innovation Technology Research Center, Dongguk University
*Department of Information Sciences, Faculty of Science, Toho University
E-mail : parkjiins@dongguk.edu

Abstract

We proposed Binary ASK system for 1Giga bit Modem. The Binary ASK system has a high speed shutter transmitter and no IF receiver only by symbol synchronization. The advantage of proposed system is that circuitry is very simple without IF process. The disadvantage of proposed system are that line spectrum occurs unordinary interference to other channels, and enhancement to 4-level system is impossible due to its large SNR degradation.

I. 서론

전 세계적으로 무선통신의 급속한 발전으로 인하여 한정된 자원인 주파수 대역에 대한 연구가 이루어지고 있다. 특히 수증기와 공기에서 흡수·산란이 일어나고 다중 통신에 이용될 경우 마이크로파 통신에 비하여 100배 이상의 통신 회선을 얻을 수 있는 밀리미터파(30~300 GHz; 파장 1~10mm의 전자기파)에 관한 연구가 가장 활발하게 진행되고 있다.

이와 같은 광대역의 통신을 필요로 하게 된 것은 주로 동영상 실시간에 주고받는 서비스가 가능해진 이후

라고 봐야할 것이다. 그리고 사용자의 요구가 점점 다양화할수록 필요한 대역폭은 점점 더 늘어난다고 할 수 있다. 이에 더해 장소에 구애받지 않고 광대역 통신을 하고자 하는 욕구도 점점 커가고 있다. 이 경우 무선통신의 필요성이 강하게 대두된다. 요즘 가정용 무선 LAN 서비스가 서서히 보급되는 것도 이러한 맥락에서 파악할 수 있을 것이다. 그러나 현재 보급되고 있는 무선 LAN 서비스는 IEEE 802.11b가 그 주류이고, 점차 802.11a가 보급이 늘어나고 있는 추세이다. 이 경우 보장되는 전송률이 각각 11 Mbps와 54 Mbps라고 하지만, 실제 사용 시는 거리나 사용 환경에 많은 영향을 받으므로 이 속도의 절반 이하라고 생각해야 한다. 이는 현재까지의 각종 콘텐츠를 사용하기에 무리가 없는 속도이나, 멀티미디어 서비스 요구가 늘어나는 시점에서는 그 속도의 증가가 불가피할 전망이다.

본 논문에서는 1Giga bit 데이터 전송을 위해 수신측에 IF(intermediate frequency)를 사용하지 않는 Binary ASK(Amplitude Shift Keying) 시스템을 제안한다. 제안한 시스템의 유용성을 확인하기 위하여 시뮬레이션 한다.

II. 기존 통신 시스템

2.1 Binary FSK(Frequency Shift Keying)

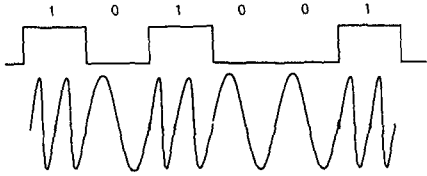


그림 1. FSK

FSK는 넓은 의미의 주파수 변수(FM)의 한 형태이다. 그림 1은 디지털 신호를 아날로그 전송로를 통하여 전송할 때 사용하는 변조 방식으로 중심 주파수를 삽입한 고주파수와 저주파수 2개의 주파수에 2진수 1과 0이 대응하는 디지털 전송방법이다. 즉 1과 0의 신호에 각각 f_1 과 f_2 의 2개 주파수가 할당되고, 이것을 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_1 t) & \text{binary 1} \\ A \cos(2\pi f_2 t) & \text{binary 0} \end{cases}$$

특징으로는 Binary FSK의 경우 두개의 OOK(On-Off Keying=ASK) 변조를 합친 것과 같은 효과를 가진다. 고주파수와 저주파수의 2가지 상태를 사용하기 때문에 잡음에 강한 반면 고속 전송에는 부적합하다.[4]

2.2 Binary ASK

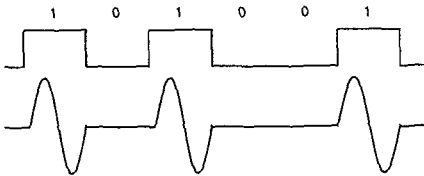


그림 2. ASK

그림 2는 디지털 신호(1, 0)의 정보 내용에 따라 반송파의 진폭을 변화 시키는 방식으로 0 이면 반송파 송출 중단, 1 이면 반송파를 송출하는 switching 동작을 함으로 OOK(On-Off Keying)라고도 한다. 이러한 동작을 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t) & \text{binary 1} \\ 0 & \text{binary 0} \end{cases}$$

특징으로는 NRZ가 아닌 Bipolar NRZ를 사용하여 변조한 Binary ASK 방식의 신호파형은 경우에 따라 반송파 위상이 180° 반전 되는 것과 동일한 결과를 가져온다(2진 PSK와 동일). 또, BER(비트오류 확률) 특성이 양호하다.[4]

일반적인 통신 시스템의 source는 결정적

(deterministic) 신호와 랜덤 신호가 존재하며, 디지털 컴퓨터가 이러한 신호를 시뮬레이션하기 위해서는 각각의 신호 형태에 맞는 모델이 만들어져야 한다. 결정적 신호는 신호에 대한 정의식을 이용하여 생성할 수 있으며, 랜덤 신호는 일반적으로 PN(pseudo noise code; 의사 잡음 부호) 시퀀스 알고리즘으로 생성한다. 다음 단계는 필터링이다. 필터링은 좋은 대역폭 효율을 위해 필수적이다. 필터링이 없으면, 신호는 여러 상태들 사이에서 매우 빠른 천이가 있을 것이고, 그 결과 매우 넓은 주파수 스펙트럼이 정보를 보내기 위하여 필요하다. 송신기의 나머지 부분은 일반적인 RF 송신기 또는 극초단파 송신기/수신기 쌍과 닮았다. 신호는 더 높은 중간 주파수(IF)로 변환되고 더 나아가서 더 높은 라디오 주파수(RF)로 변환 된다. Up conversion에 의해 생성된 쓸데없는 신호는 필터에서 떨어져 나간다.[1][3]

수신기는 송신기와 비슷하지만 거꾸로 되어 있다. 이것은 설계가 좀 더 복잡하다. 들어오는(RF) 신호는 먼저(IF로) down conversion 되고 복조 된다. 신호를 복조하는 능력은 대기의 잡음, competing 신호, 다중 경로나 페이딩과 같은 요소에 의해 방해받는다.

송신기와 수신기 사이의 주요 차이점은 반송파와 클럭(또는 심볼) 복원의 문제이다. 심볼 클럭은 대개 주파수에 고정된다. 그리고 이 주파수는 송신기와 수신기들 모두에 의해 정확하게 알려진다. 어려운 것은 위상과 타이밍에서 조정된 것들을 얻는 것이다. 여기에는 다양한 기술이 있는데 대부분의 시스템은 두 가지 이상을 사용한다. 만약 변조하는 동안 신호 진폭이 변한다면, 수신기는 변화를 측정할 수 있다. 송신기는 수신기의 클럭을 다루기 위해 101010101010과 같은 특정한 동기화 신호나 미리 계산된 비트열을 보낼 수 있다.[2]

2.3 Homodyne 방식

가장 이상적인 FDC(Frequency Down Conversion)는 Homodyne 구조로 RF 주파수를 IF로 변환하지 않고 직접적으로 baseband로 변환하는 구조라 할 수 있다. 이러한 구조는 hardware의 구성이 간단하고 전력 소모가 적다는 장점이 있으나 self-mixing, I-Q mismatching, 다른 채널들에 대해 line spectrum 간섭이 일어나고, 큰 SNR로 인하여 4-level 시스템으로의 향상이 불가능하다는 많은 문제점을 가지고 있다. 그림 4와 같은 Homodyne 구조는 새로운 구조는 아니며 무선통신 기술의 초기에 사용되었던 구조로 위의 많은 문제점들의 기술적인 한계들을 회피하기 위한 기술로

Heterodyne구조가 개발되어진 것이며 최근 부품 소자 및 IC 설계, 공정 기술의 발달로 Homodyne 구조의 구현에 대한 가능성이 높아짐으로써 이에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

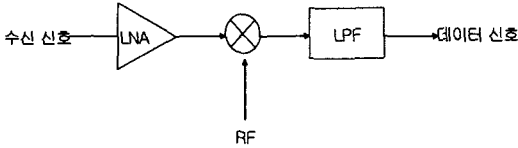
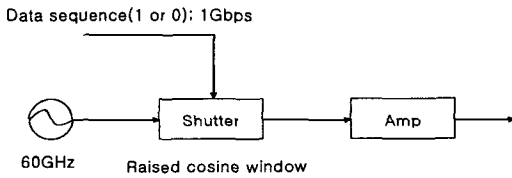


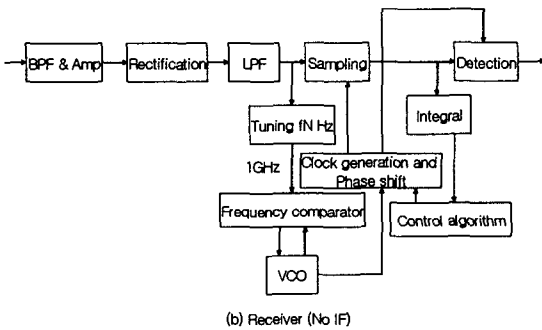
그림 4. Homodyne 구조의 receiver

III. 제안한 통신 시스템

Homodyne 구조의 통신 시스템, 즉 수신측에 IF 대역을 사용하지 않는 Binary ASK 시스템을 설계하였다. 다른 Heterodyne 구조의 통신 시스템에 비해 회로가 간단하다는 것을 확인할 수 있다. 설계한 시스템의 송수신부구성은 그림 5와 같다.



(a) Transmitter



(b) Receiver (No IF)

그림 5. 제안한 Binary ASK 시스템 구성

시스템 수신기의 이중 제어 루프는 raised cosine window의 중앙에서 baseband 신호를 샘플링하기 위해 동작하고, 샘플링 신호의 최고 전력을 고정한다. 또한 clock 제어를 위해 analog VCO(1GHz)를 사용하고, 주파수 비교기안에 최소 진동 신호 생산을 제어한다. 그러나 이것은 정밀한 shift phase 샘플링을 요구한다. 밀리미터파를 raised cosine window로 자른다고 가정

하면, 변조된 입력 pulse train(그림 6)과 그것의 spectrum(그림 7)은 다음의 수식을 이용하여 표현된다.

T : Symbol interval

$f_n = 1/T$: Nyquist bandwidth

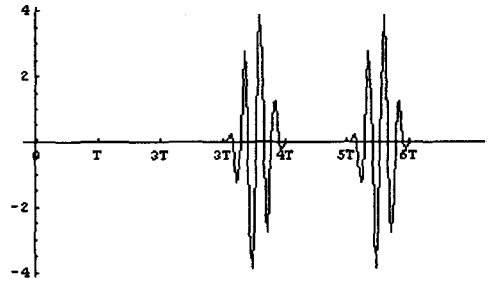


그림 6. Transmitter의 입력 변조 주파수

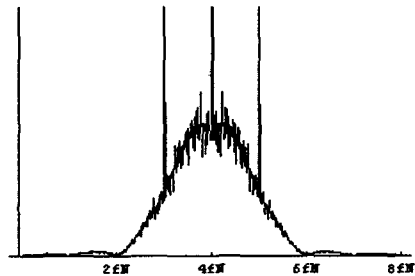


그림 7. 변조 주파수 spectrum

변조 신호의 전력 spectrum square는 뚜렷한 symbol clock 요인과 반송파의 동일성으로부터 오는 Nyquist 주파수들과 반송파에 세 개의 line spectra가 있다.

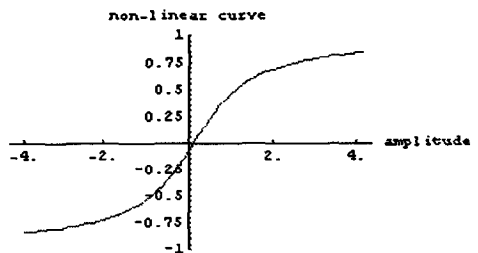


그림 8. Non-linearity of Amplifier

고전력 증폭기의 비선형성은 그림 8과 같이 ArcTan로 가정한다.

그림 9는 고전력 증폭기를 통과한 신호 파형이고, 그림 10은 그 파형의 spectrum이다.

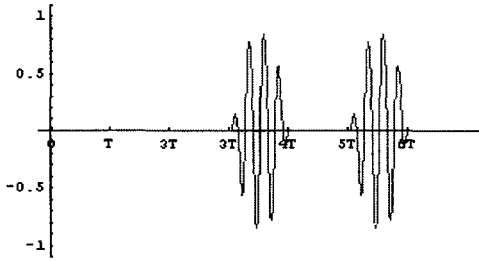


그림 9. Amplifier를 통과한 주파수

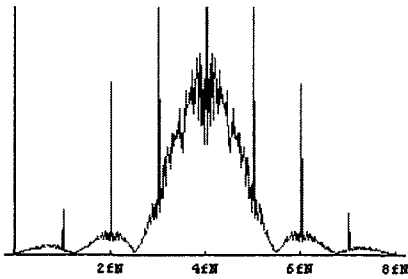


그림 10. Amplifier를 통과한 주파수 spectrum

그림 10의 전력 spectrum 말미는 $4f_N$ Hz 대역폭 위에 갈라지고 그것의 line spectra들은 광범위하게 분포한다. 그림 11은 변조 주파수 spectrum(그림 7)과 amplifier를 통과한 주파수 spectrum(그림 10)을 합성시킨 것이다.

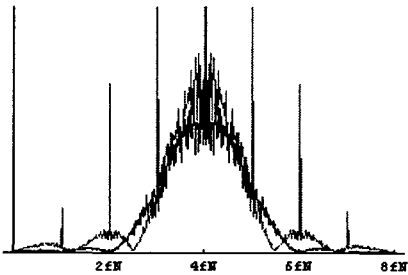


그림 11. 그림 7과 10의 spectrum 합성

IV. 결론

본 논문에서는 1Giga bit MODEM을 위한 Homodyne(No IF; Direct Frequency Conversion) Binary ASK 방식을 제안하였다. 여러 가지 기술적인 문제가 뒤 따르는 Homodyne 구조에서 본 논문의 방식은 일반적인 Homodyne의 특성

인 매우 간단한 통신 시스템 구조와 위상차가 없는 Binary ASK 방식을 사용함으로써 mismatching의 문제가 없고, 적분기를 써서 일정 전력 이상의 신호를 검출한다. 그러나 다른 채널들에 대해 line spectrum 간섭이 일어나고, 큰 SNR로 인하여 4-level 시스템으로의 향상이 불가능하고, flicker noise를 제거하지 못하는 단점이 있었다.

제안한 시스템의 단점을 보완한다면 밀리미터파 대역의 통신 시스템을 설계하는데 도움이 될 것으로 사료되며, 다른 디지털 변복조 방식을 사용한다면 대역폭과 데이터의 전송량 문제에서도 좋은 효과를 가져올 것이다.

참고문헌

- [1] 이성원 외 "통신 시스템의 시뮬레이션" 전자공학 회자, pp.893-903, 1995. 8.
- [2] "Digital Modulation in Communications Systems An Introduction", Hewlett-Packard, Application Note 1298, 1997.
- [3] "A BFSK(Binary Frequency Shift Keying) Transmitter and Receiver System; Part1 ,2", SystemView, Application Note AN113D, Mar. 2001.
- [4] John G. Proakis, "Digital Communications", McGraw-Hill Book Company, 1989.

※ 본 연구는 동국대학교 밀리미터파 신기술 연구센터를 통한 한국과학재단의 우수연구센터 지원금에 의하여 수행되었음.