

## 파형합성과 정합에 의한 DEQPSK modem 의 구성

○ 임 명섭 박 한규  
연세대학교 전자공학과

Experimental development of DEQPSK modem using  
the waveform synthesizing and matching method

Lim Myoung Seob Park Han Kyu  
Yonsei Univ. Electronic Eng.

**Abstract:** In order to implement DEQPSK modem without using analog phase shifter, the waveform synthesizing method is suggested in the modulation part and the received signal is demodulated by the waveform matching method using the processor.

### 1. 서론

대역폭이 한정된 회선에서 점과 증가 추세에 있는 디지털 음성신호 및 데이터의 효과적인 전송을 위해서는 스펙트럼 효율 (bit/s/Hz)이 높은 변조방식을 사용하여야 한다. 본 연구에서는 스펙트럼 효율이 2 bit/s/Hz 인 DEQPSK modem 을 구현하기 위하여, 위상 지연기 를 쓰지 않는 새로운 방법을 제시하였다.

변조부에서는 각 위상상태에 대응되는 파형을 기억하고 있는 기억소자에서 데이터의 속도에 따라 각각의 파형값을 읽어 내고, D/A 변환기와 LPF를 써서 변조신호를 발생시키는 파형합성방법을 이용하였다.

복조부에서는 QPSK 파형에서 각 위상상태와 파형상태가 대응 되는 점에 착안하여, 수신신호를 A/D 변환기로 받아서 processor로 파형정합을 함으로써 신호를 복원하였다.

### 2. 파형합성에 의한 변조신호의 발생

본 연구에서는 QPSK 신호의 4가지 상태 (0, 0), (0, 1), (1, 1), (1, 0)를 그림 (1-1)과 같이 0°, 90°, 180°, 270°로 대응시켜 변조신호를 발생시켰다.

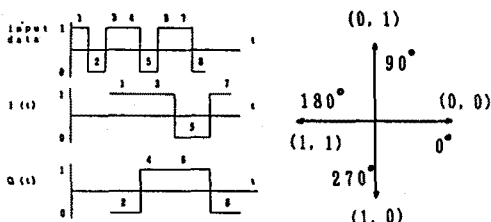
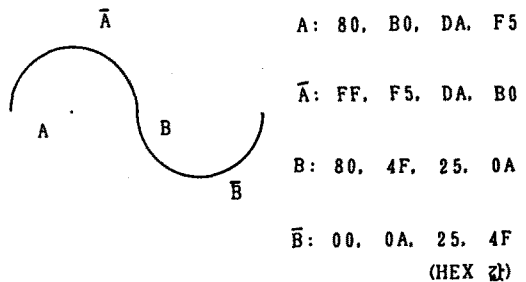


그림 (1-1) QPSK modulator data stream and signal space diagram

k bps 의 NRZ 이진 데이터가 직/병렬 변환기에서 각각 k/2 bps로 나누어져 I, Q 회선에 입력되면, I, Q 회선의 데이터 조합에 따라서 k/2 Hz 정현파를 위상변화 시키기 위하여 기억소자에 k/2 Hz 정현파를 8k ck 으로 표현한 값을 4개의 부분으로 구분하여 놓는다.



이때, 각 상태에 따른 표현값의 조합은 다음과 같다.

$$(0, 0) : A \bar{A} B \bar{B}, (0, 1) : \bar{A} B \bar{B} A$$

$$(1, 1) : B \bar{B} A \bar{A}, (1, 0) : \bar{B} A \bar{A} B$$

불연속적인 파형은  $X_n = A \cdot \sin(2\pi f \cdot t_n + \theta)$  으로서 나타낼 수 있다.

위와같이 발생시킨 파형은 불연속적인 값을 갖는 파형이므로, 차단 주파수가 k/2 Hz 인 LPF 를 써서 고주파성분을 제거하면 연속적인 QPSK 파형을 얻을 수 있다.

따라서, 이와같은 불연속적인 파형을 256차FIR filter 를 써서 고주파를 제거하면 그림 (2-1) 같은 결과를 얻을 수 있다.

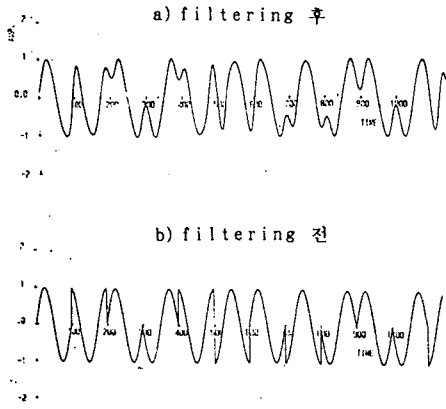


그림 (2-1) QPSK 파형

3. 수신단 설계

송신단에서 전송된 DEQPSK 신호의 파형은 위상상태의 변화에 따라 고유한 파형특성을 관찰 할 수 있다. 사진 (3-1~6)은 각각의 인접한 위상상태의 조합에 따른 파형의 관측결과이다. 이러한 파형특성은 파형의 극대점과 극소점의 간격에 따라서 위상상태를 대응시킬 수 있다. 그러므로 각각의 위상상태에 따라 다음 위상에 대응하는 파형의 극값을 극값의 간격에 맞추어 읽어들이는다. 이때, 송신단에서 파형합성시 LPF 통과시 delay 효과를 고려해야한다. 즉,  $i + \Delta i$  번째 표본한 값  $X(t_i + \Delta i)$ 와 입력 데이터에 동기화 맞추어 읽어낸 기억소자의 기준값과 비교한 결과치가 허용치내에 있으면, 그 위상상태에 대응하는 I, Q 회 값을 출력시키고, 재생된 ck 으로 병렬 I, Q 값을 직렬로 읽어 나간다.

사진 (3-1~6) 위상 상태에 대응된 QPSK 파형

본 연구에서 설계한 DEQPSK 수신단의 4가지 상태에 대한 극값 전이를 state diagram 으로 그려보면 다음과 같다.

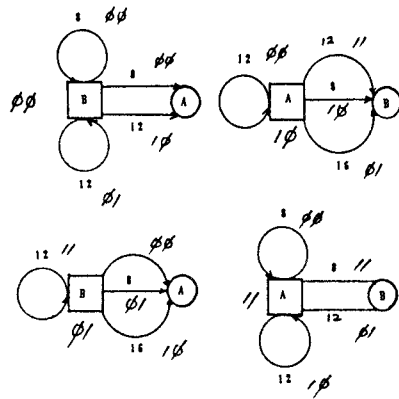
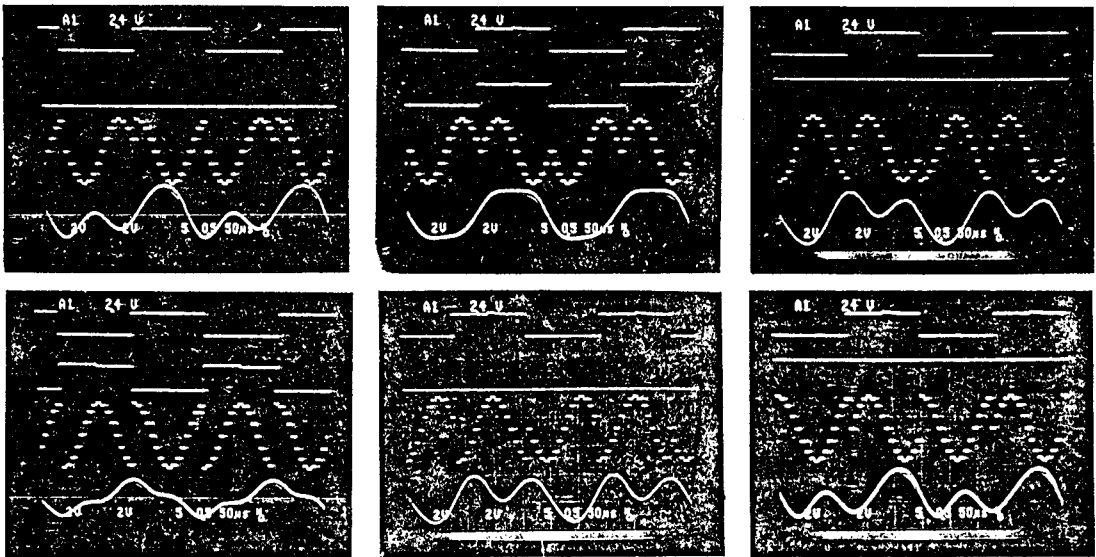


그림 (3-1) QPSK 신호의 극값 전이상태

4. 실험 및 결과고찰

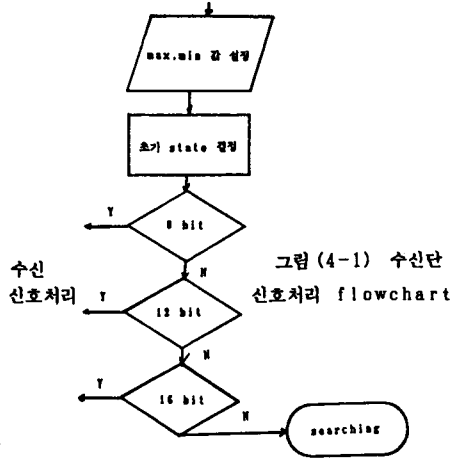
(1) 송신단 구성

k bps 데이터를 DEQPSK 신호로 변조시키기 위하여 4가지 상태의 파형을 기억소자의 64개 번지에 기억시켜 놓고,  $A_0 \sim A_7$ 의 address선 중  $A_0 \sim A_3$ 는  $A\bar{A}\bar{B}\bar{B}$ 의 값을,  $A_4 \sim A_7$ 는 입력 데이터의 I, Q 회선에 대응시켜 각 상태의 파형상태를 불연속적으로 발생시켰다. 기억소자로부터 8 bit 데이터를 선형 D/A 변환기에 입력시켜 발생된 불연속 파형은 switched capacitor filter 를 사용하여 연속파형을 얻을 수 있었다. 이때 파형의 왜곡현상으로 인해 진폭의 변화가 생김으로 이를 보상하기 위해 AGC 회로를 첨가하였다.



(2) 수신단 구성

수신단에서는 S/H 에서 8k 로 표현한 값을 conversion time 이 1/8k 보다 작은 선형 A/D 변환기를 통하여 얻은 8 bit 데이터를 기억소자의 값과 위상상태에 따라서 비교하였다. 이와같은 수신단의 처리는 processor 로써 다음과 같이 수행하였다.



위와같이 구성한 수신단의 additive noise 에 대한 BER 특성은 다음과 같다.

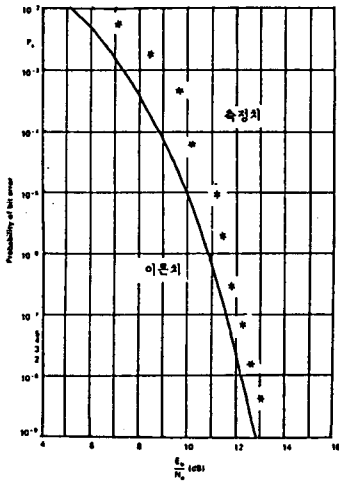


그림 (4-2) QPSK BER 특성

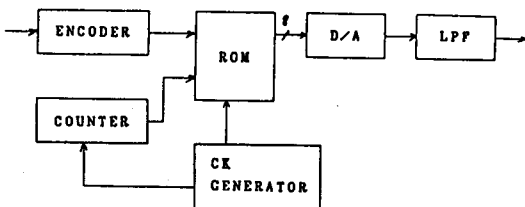


그림 (4-3) 송신단 block diagram

5. 결론

본 연구에서는 baseband 용 DEQPSK modem 을 구성하기 위하여 송신단에서는 기억소자 및 D/A 변환기, switched capacitor filter 를 써서 파형합성에 의한 변조신호를 발생시켰으며, 수신단에서도 종래의 수신 방법과는 달리 processor, A/D 변환기, 기억소자를 이용한 파형정합방법에 의해서 수신할 수 있는 새로운 방법을 제시하였다. 따라서, 종래의 QPSK modem 의 구성중 analog 소자가 차지하는 부분, 특히 송수신단에서 90 위상지연기의 정확, 안정 및 선형성이 요구되는 어려움을 새로운 방법으로 대체함으로써 구성을 쉽게 하였다. 또한 이 방법은 ck 을 조정함으로써 데이터의 전송을 증가에 쉽게 적용할 수 있는 가변성을 제시하였다.

6. 참고문헌

- (1) Dr. Kamilo Feher, "Digital Communications", 1981, Prentice-Hall
- (2) A. Bruce Carlson, "Communication Systems", 3rd ed, McGraw-Hill, 1986
- (3) R.W. Lucky, J. Salz, E.J. Weldon, "Principles of data communication", McGraw-Hill, 1968
- (4) C.R. Cahn, "Combined digital phase-modulation and amplitude modulation communication systems", IRE Trans. on Comm. Systems, vol cs-8, no. 3, pp. 150-154, Sept. 1960
- (5) J. R. Davey, "Modems", Proc. IEEE, vol. 11, pp1284-1292, Nov. 1972
- (6) J. B. O'Neal, JR, "Waveform encoding of voiceband data signals", Proc. IEEE, vol 68, pp232-247, Feb. 1980

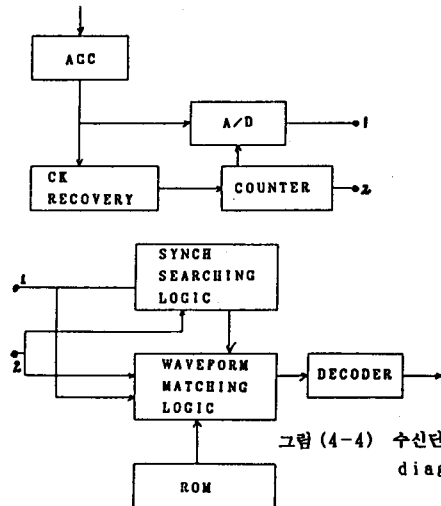


그림 (4-4) 수신단 block diagram