

Partial Response Signaling을 이용한  
변환다중화장치에 관한연구

○  
임 무 길, 오 용 선, 강 창 언  
연세대학교 전자공학과 정보통신연구실

A study on Transmultiplexer for Partial  
Response Signaling

○  
Moo Gil Lim, Yong Seon Oh, and Chang Eon Kang  
Dept. of Electronic Eng., Yonsei Univ.

ABSTRACT

In this paper, a data transmission method above the Nyquist rate with conventional multiplexed communication channel is studied. Pulse shaping is done by Partial Response Signaling scheme and the specification of a FDM/TDM translator for this signal is also investigated.

I. 서 론

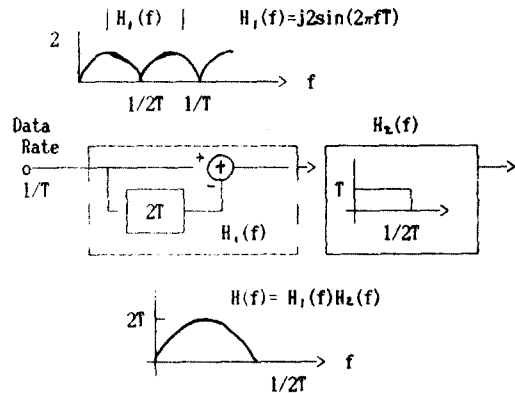
대역이 제한된 채널(Bandlimited Channel) 상에서 디지털데이터를 전송할때 대역 효율(Bandwidth Efficiency)을 높이기 위한 신호처리 방법중의 하나로 Partial Response Signaling이 이용되어 왔다 [1]. 또한 채널의 용도를 높이기 위하여 하나의 채널에 여러개의 독립된 신호를 동시에 전송하는 다중화 방식이 일찍이 개발되어 널리 사용되고 있다. 다중화 방식은 크게 FDM(Frequency Division Multiplexing) 방식과 TDM(Time Division Multiplexing) 방식으로 나뉘어 발전되어왔고 현재는 위의 두 다른 다중화 체계를 상호 접속시킬수 있도록 FDM/TDM 변환 혹은 TDM/FDM 변환을 행하는 변환다중화 장치(Transmultiplexer)에 대한 연구가 진행되고 있다 [2], [3].

본 논문에서는 펄스 성형 방법으로 Class-IV(Modified Duobinary) Type PRS 신호를 이용하여 다중화된 채널을 통하여 2진 데이터를 전송시키는 방법과 전송된 PRS 신호를 변환다중화(Trans-multiplexing) 시켰을 때 나타나는 문제점과 해결 방안에 대하여 연구한다.

II. 본 론

(1) Partial Response Signaling

주파수 이용 효율(Spectral Efficiency)을 높이기 위한 방법중의 하나로 PRS 시스템이 1960년대에 제시된 이래 여러가지 다른형태의 PRS Scheme이 제시되었고 1980년대 후반에는 Nyquist Rate(2 b/s/Hz) 이상의 전송 방법도 제시되고 있다 [4]. 여러 PRS Scheme 중에서 Class-IV PRS Scheme 이 다중화 체계에서 이용하기에 가장 적합하다.

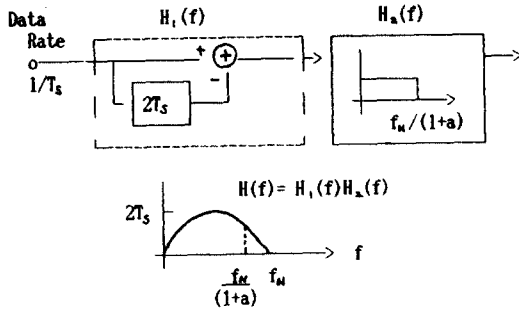


<그림 1> modified duobinary의 전달함수  
<Fig.1> The transfer function of modified duobinary scheme.

<그림 1>에서 modified duobinary 신호는 Nyquist 주파수 근처와 DC 근처의 에너지 분포가 격음을 알수 있고 따라서 <그림 2>에서 처럼 Spectral Chopping을 통하여 Nyquist 주파수 근방의 에너지를 제거하므로써 대역 효율을 높일 수 있다. 이때 효율의 증가는 전송되는 데이터의 전송 속도가  $1/T$  (bit/s) 이라면

$$1/T : f / (1+a) = 2(1+a) \text{ b/s/Hz}$$

가 된다.

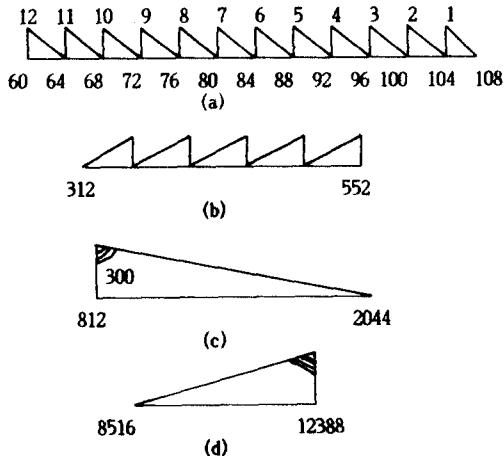


<그림 2> model-B modified duobinary의 전달함수  
<Fig. 2> The transfer function of model-B modified duobinary scheme

### (2) 변환다중화장치(Transmultiplexer)

다중화 체계는 크게 아날로그 방식인 주파수분할 다중화 방식(FDM)과 디지털 방식인 시분할 다중화방식(TDM)으로 구별되어 발전해 왔다.

주파수분할 다중화 방식의 CCITT 권고안에 따른 주파수 할당은 아래와 같다.

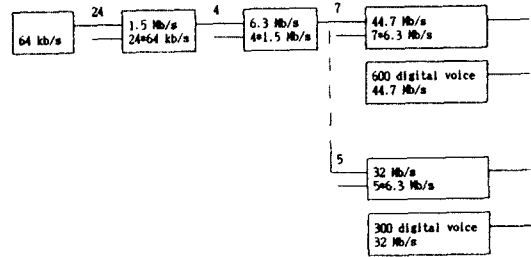


<그림 3> FDM 방식의 주파수 할당  
<Fig. 3> Numbering of analog carrier systems  
(a)group (b)supergroup (c)mastergroup  
(d)supermastergroup freq.allocation

- Group : 60-108 kHz, 12 channel
- Supergroup : 312-552 kHz, 60 channel
- Mastergroup : 812-2044 kHz, 300 channel
- Supermastergroup : 8516-12388 kHz, 900 channel

이 때 각 채널이 차지하는 대역폭은 4 kHz 이고 단측대파전송방식(Single sideband)을 이용한다.

한편 1.544 Mb/s 전송방식을 근거로 하여 구성되는 시분할 다중화 전송시스템은 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 시분할 시스템의 채널 다중화  
<Fig. 4> Basic multiplex arrangement for TDM system

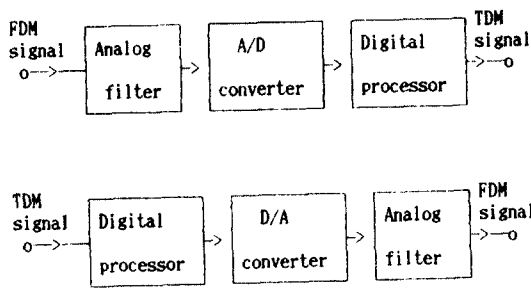
점차 증가하는 통신 선로의 디지털화 경향에 따라 주파수분할 다중화 방식은 그 쓰임이 감소하는 추세에 있으나 통신 위성이나 특은 채널의 특성에 따라 아직 FDM 방식이 널리 이용되고 있고, 따라서 전송 경로상의 문제라든가 데이터의 이용 효율등 여러 측면에서 볼때 두 신호 체계간의 접속이 필수 불가결 하다. 변환 다중화는 FDM 체계를 TDM 체계로 접속 시키거나 수신된 TDM 체계를 FDM 체계로 접속 시키는 방식으로 초기의 아날로그 변환다중화장치는 아날로그 여파기, A/D 변환기, D/A 변환기, 디지털 다중화 회로등을 이용해 접속을 시켰고 디지털 공학의 빠른 발전으로 이제는 디지털 신호처리 기법을 적용하여 전 시스템이 디지털화 된 변환다중화장치도 가능하지만 그 특성은 요구되는 채널의 특성에 의해 결정된다.

디지털 변환다중화의 경우 접속시키는 채널의 수와 사용하는 변조방식에 따라 정해지는 연산량이 방대하지만 효과적인 연산 알고리즘과 처리속도가 빠른 하드웨어가 계속 개발됨에 따라 디지털 신호처리 기술을 적용할 수 있으므로 여러가지 측면에서 전 시스템의 디지털화가 바람직하게 여겨진다.

변환다중화의 기준 규격은 아래와 같다.

- 1) 2개의 FDM Group과 24채널 TDM-PCM 시스템(1.544 Mb/s) 간의 접속
- 2) FDM Supergroup과 2개의 30-voice-channel TDM-PCM 시스템(각 2.048 Mb/s :CEPT 32)과의 접속
- 3) 4개의 FDM Supergroup(240 channel) 시스템과 10개의 24 channel TDM-PCM 시스템 혹은 8개의 CEPT-32 시스템간의 접속

<그림5>에 디지털 변환다중화의 방법을 보였다.



<그림5> 디지털 TDM-FDM 변환

<Fig.5> Digital TDM-FDM Translation

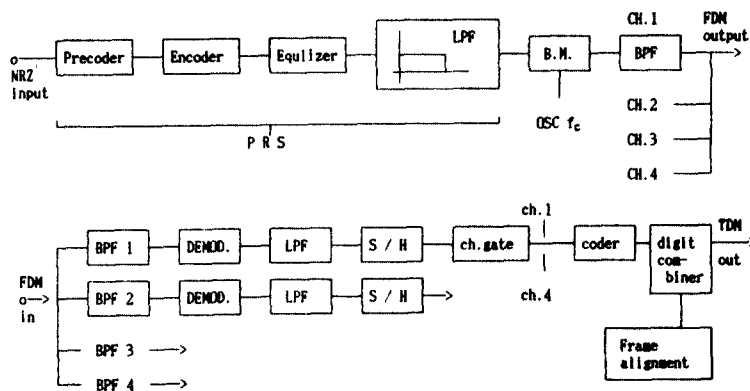
본 논문에서는 전송채널로서 대역폭 4kHz 를 갖는 4개의 FDM 채널을 이용하고 시분할다중화 채널로는 1.544 Mb/s의 전송속도를 갖는 24채널 신호체계에 따른다. 입력되는 NRZ형태의 2진 데이터는 Modified Duobinary Type PRS

로 펄스 성형하여 전송한다. 기존의 채널이 갖는 대역폭은 통상 300-3400Hz이나 전송효율을 높이기 위하여 model-B modified duobinary PRS 신호를 사용한다.

### III. 실험 및 결과 고찰

가장 널리 쓰이고 있는 다중화 채널인 전화선로에서의 PRS 신호 전송시에 발생하는 문제점을 알아보고 전송된 PRS 신호를 변환다중화 하는데 필요한 조건들을 구하기 위하여 채널의 특성을 전화선로에 가깝도록 한정한다. 전체 시스템의 구성은 <그림6>과 같다

Spectral Efficiency 가 향상된 PRS 신호의 Eye Pattern은 상당히 양호한 결과를 보이며<그림7> 이를 이용하면 Nyquist Rate 이상의 속도도 전송이 가능하다. Chopping은 DC 근처에서도 가능하지만 Nyquist 주파수 근처에서의 Chopping보다 Eye Pattern 에 미치는 영향이 매우 컸다. 따라서 DC 근처에서의 Chopping 은 비교적 작은값만이 가능하고 이것은 주파수분할 다중화방식의 기존 채널을 이용하는데 상당히 어려운 문제가 된다. 300-3400 Hz로 대역제한된 기존채널을 FDM/TDM 변환시 키는 데는 별 어려움이 없으나 기존채널의 특성이 PRS신호의 스펙트럼에 미치는 영향이 커서 ISI와 Timing Jitter값이 아주 커진다.



<그림6> 시스템 구성도  
<Fig.6> Block-Diagram of simplified Transmultiplexer for PRS signal

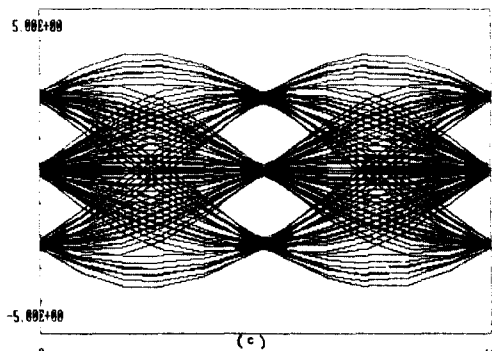
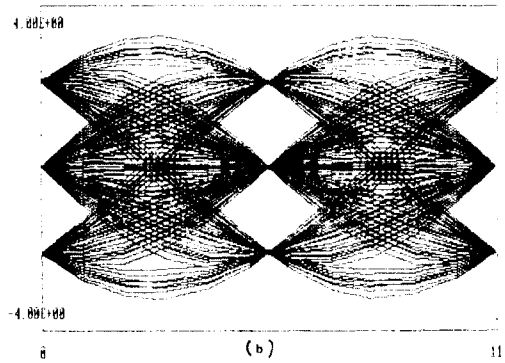
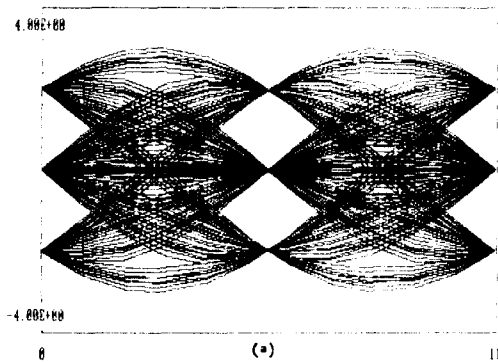
#### IV. 결 론

본 논문에서는 기존의 FDM 채널을 통하여 PRS신호를 전송할 때 나타나는 문제점과 이를 변환다중화시킬 때 일어나는 제약점들에 대하여 연구하였다. 주파수 이용효율이 증가된 Class-IV PRS신호가 다중화 채널에는 더 적합하다. 기존 채널이 통상 300 Hz 이하의 성분을 제한하기 때문에 PRS 방식을 사용하는 데는 상당한 제약이 따른다. 또한 신호를 FDM/TDM 변환시킬 때 오는 왜곡보다는 채널의 특성으로 인한 제약조건이 훨씬 크다. 아주 정밀한 등화기의 설계를 통하여 Eye Pattern을 향상시킬 수도 있지만 아날로그 신호의 여러 특성으로 인하여 안정되고 정확한 데이터를 전송하기에는 많은 어려움이 따드리라고 예상된다. 혹은 아주 날카로운 Cut-off 특성을 갖는 대역통과 여파기를 사용함으로써 대역을 폭 넓게 사용하면 Nyquist 전송속도 이상의 전송이 가능하다.

비교적 넓은 대역폭을 사용하는 FDM시스템에서의 PRS 신호의 사용은 효과적일 것이라 여겨지며 시분할다중화 시스템에서의 PRS 신호의 사용문제와 이의 변환다중화에 대한 연구가 필요하다고 하겠다.

#### 참 고 문 헌

- [1] S.Pasupathy, "CORRELATIVE CODING: A Bandwidth-Efficient Signaling Scheme," IEEE Communications Society Magazine, July, 1977, pp.4-11.
- [2] R.L.Freeman, Telecommunication Transmission Handbook, John Wiley & Sons, New York, 1981
- [3] S.L.Freemy, "TDM/FDM Translation as an Application of Digital Signal Processing," IEEE Communications Magazine, JAN. 1980.
- [4] K.T.Wu and K.Feher, "Multilevel PRS/QPRS above the Nyquist Rate," IEEE Trans. on comm. vol. COM-33 no. 7, July 1985
- [5] C.F.Kurth, "Analog and Digital Filtering in Multiplex Communication Systems," IEEE Trans. Circuit Theory, vol. CT-20 no. 4, July 1973
- [6] S.Darlington, "Network Synthesis using Tschbycheff Polynomial Series," B.S.T.J., July 1952.
- [7] K.Feher, Digital Communications-Microwave Applications, Prentice Hall, N.J., 1981



<그림 7> modified duobinary 의 eye pattern

<Fig.7> The simulated eye pattern of modified duobinary

(a) normal (b) 6% chopped result

(c) 16% chopped result