

MF 디지털 송신機の 設計에 관한 考察 (A Study on the Design of Multifrequency Digital Sender)

朴 恒 九*, 金 珍 泰*, 吳 德 吉*

(Hang Gu Bahk, Jin Tae Kim and Deock Kil Oh)

要 約

本 論文에서는 ROM table look-up 方法에 의한 周波數 發生原理 및 이를 利用하여 電子交換局間의 信號方式에 使用되는 MF(multi-frequency) 디지털 송신機の 設計에 關於하여 考察하였다. 그리고 實際로 MF 디지털 송신機를 構成한 後 實驗을 通해 信號의 規格을 充分히 滿足시킴을 알 수 있었고, 이러한 根本的인 原理는 音聲帶域內의 周波數에 의한 信號方式에 適用이 可能함을 알 수 있으며 또한 電子交換機 局間 信號方式으로 使用되는 R2-MFC 信號 장비에도 이같은 原理를 適用하여 構成할 수 있음을 알 수 있다.

Abstract

This paper is an experimental study on the generation principles of digital frequency using ROM-table look-up method and the design of the MF digital Sender used in signalling systems between ESS.

After construction of MF digital Sender, through experiment, we concluded that this system is well suit for CCITT (International Telegraph and Telephone Consultative Committee) recommendation and this basic principle can be applied to the signalling method using frequency within voice-band. Also it can be applied to R2 MFC signalling equipment which is used between electronic switching systems (ESS) signalling system.

I. 序 論

電子式 전화 交換機사이에서 相互間의 信號 傳達을 위한 局間 信號의 여러 形態中 本 論文에서 適用한 方式은 MFC(multi-frequency compelled) 信號方式으로써 1968년도에 CCITT에서 권고한 CCITT R2 MFC 信號 장비의 構成 方式에 關於하여 論하였다.

CCITT R2 MFC 信號方式^[5](以下 R2라 약칭함)은 유럽에서 No. 4 信號方式이후 新시설에 國內 및 國際通信用으로 많이 使用하는 方式으로서 MFC bern system이라고도 한다. 또한 現在 우리 나라에서도 이

R2 信號方式을 電子交換局間의 信號方式으로 채택 使用하고 있다. 이 信號의 構成은 信號의 傳送 方向에 따라 特定한 6個의 inband 周波數를 선택하여 其中 2 個씩의 周波數 組合에 의해, C₂의 코드(code)로써 各 코드는 서로 다른 信號의 의미를 가지며 연속 확인형으로 傳送된다. 이러한 MF 信號의 例는 R1 信號方式과 R2 信號方式 및 CCITT No. 5와 socotel 信號方式 등이 있다

本 論文에서는 점차 通信網에서 傳送과 交換이 디지털화^{[2], [4]}되어 通合되는 추세에 잘 符合되도록 하고, 半導體 使用에 의해 裝備의 수명과 信賴度을 向上시키며, 소형 輕량화 할 수 있도록 하기 위해 ROM table look-up 方式에 의한 디지털 MF 信號 송신機の 構成에 關於 기술하였다.

* 正會員, 韓國電氣通信研究所
(Korea Electrical Telecom. Research Institute)
接受日字: 1983年 2月 24日

II. 디지털信號의構成

1. MF信號周波數組合

本論文中에서 適用한 R2信號方式의 組合은 音聲帶域(300~3400Hz)內的 特定 6個의 周波數中 2個씩의 周波數를 合成한 合成波로써 표 1에 나타난 것과 같다. 이들信號는信號의 傳送方向에 따라 前進 및 後進信號로 나누어지며 各 傳送方向別로 6개씩의 周波數에 의해 15개씩의 周波數 組合이 이루어지며 全體적으로 30종류의 周波數 組合이 可能해진다.

표 1. R2 MF 組合

Table 1. R2 MF combinations.

Combinations	Frequencies (Hz)							
	Forward direction (Signals of Groups I and II)	1380	1500	1620	1740	1860	1980	
	Backward direction (Signals of Groups A and B)	1140	1020	900	780	660	540	
	Index (x)	f_0	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	
No	Numerical value = x+y	Weight (y)	0	1	2	4	7	11
1	0+1		x	y				
2	0+2		x		y			
3	1+2			x	y			
4	0+4		x			y		
5	1+4			x		y		
6	2+4				x	y		
7	0+7		x				y	
8	1+7			x			y	
9	2+7				x		y	
10	3+7					x	y	
11	0+11		x					y
12	1+11			x				y
13	2+11				x			y
14	3+11					x		y
15	4+11						x	y

2. 周波數 發生原理

音聲帶域內的 周波數를 發生시키고자 할 때 다음과 같은 方法으로 周波數의 發生을 디지털化 할 수 있다. 즉 標本化 周波數를 8KHz로 할 때 例로써 100Hz의 周波數나 이의 定數倍에 해당하는 周波數를 發生시키기 위해 그림 1과 같이 한 週期에 해당하는 80個의 標

本植로 構成할 수 있다.^[1] R2信號方式은 표 1과 같이 두 周波數의 合成으로 이루어지므로 이들 모든信號 周波數는 60Hz의 定數(m)倍에 해당한다.

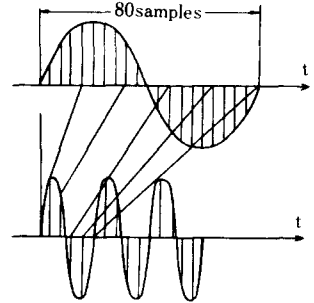


그림 1. 基本 周波數 發生原理

Fig. 1. Fundamental frequency generation principles.

그림 1과 같은 方法을 個別 周波數에 適用하여 合成할 경우에는 合成 自體以外에信號 데이터를 상용 PCM形態로 傳送하기 위한 壓縮등에 어려움이 있다. 따라서 本 方法에서는 既 合成된 周波數 情報에 그림 1의 原理를 適用하였다. 週期 함수끼리를 더하면 또 다른 形態의 週期 함수가 되며 이때의 週期는 合成

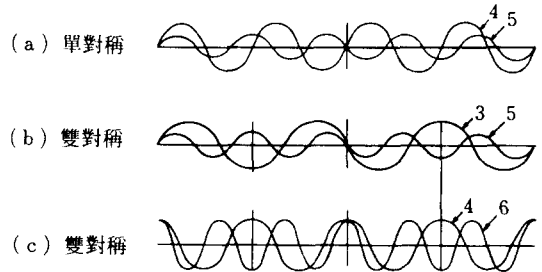


그림 2. 合成 周波數의 對稱性

Fig. 2. Symmetric characteristics of MF.

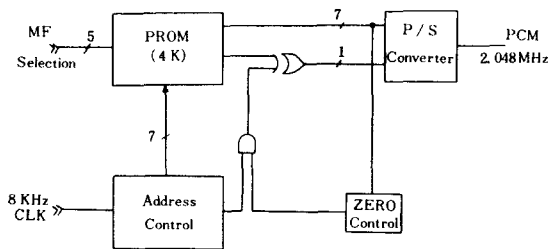


그림 3. 一般의인 音 發生機의 構成圖

Fig. 3. Block diagram of a universal digital tone generator.

되는 周波數의 特性에 따라 그림 2와 같이 單對稱이거나 雙對稱인 對稱성을 갖는다.

이같은 原理에 의해 R2 信號方式의 合成 周波數를 용이하게 디지털화 할 수 있으며, 標本化된 데이터를 記憶 素子에 저장하여 信號 周波數를 傳送할 수 있으며 그 構成圖는 그림 3과 같다.

III. 디지털 送信機의 MF 構成

1. 構成原理

R2 MF 合成波의 標本值를 算出하기 위한 一般式은 다음과 같다.

$$Y = E_p/2 \cdot \sin(2\pi f_i n T) + E_p/2 \cdot \sin(2\pi f_r n T)$$

- 단, f_i, f_r : 前進 및 後進信號 周波數
- n : 標本化 個數
- T : 標本化 週期 (125 μ sec)

E_p : 送信信號레벨 (level), 信號電壓의 피크 (peak) 值

이처럼 算出한 모든 合成波의 標本值를 μ -law로 코드화 시킨後(컴퓨터를 使用하여 처리) PROM에 貯藏하여 必要時 該當部分을 反復하여 읽음으로써 모든 MF 信號를 發生시킬 수 있다. R2 信號의 MF는 30 경우의 組合이 存在하여 最少한 3K 바이트의 ROM이 必要하며 一般적으로 4K 바이트의 용량을 갖는 2732 EPROM으로 MF 信號의 메모리 맵(memory map) 構成이 可能하다.

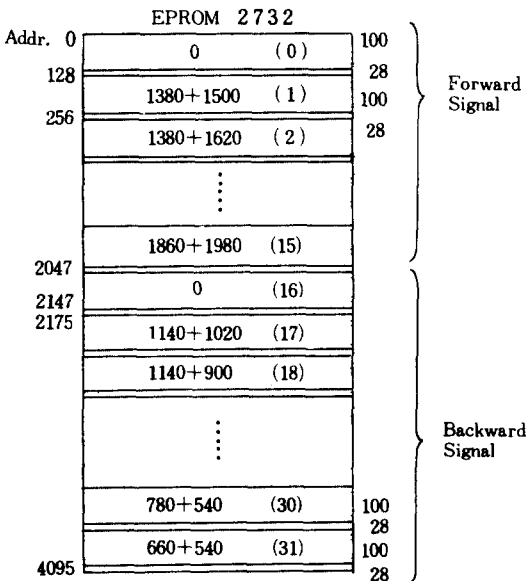


그림 4. 메모리 맵
Fig. 4. Memory map.

2. MF 디지털 送信機의 構成

전술한 바와 같이 모든 MF 信號의 PCM 符號 데이터를 메모리에 저장한 後 이 데이터를 時分割 多重化된 PCM 形態로 傳送하기 위해서는 1個의 制御用 RAM과 몇 개의 制御用 論理素子로 送信機의 構成이 可能하며 그림 5에 MF 디지털 送信機의 全體 構成圖를 나타냈다. 이 시스템의 동작을 說明하면 다음과 같다.

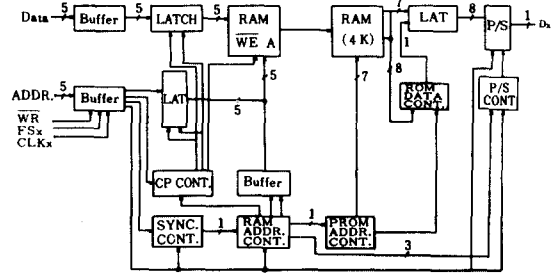


그림 5. MF 디지털 送信機 構成圖
Fig. 5. MF sender block diagram.

프로세서로부터 TS(time slot) 情報과 MF 情報를 받으면, RAM 어드레스 制御回路는 TS別로 傳送되어질 MF의 선정 데이터를 送出하며, PROM 어드레스 制御回路에서는 한 frame(125 μ sec) 동안 同一한 어드레스를 유지하여 32個의 TS에 各各의 MF 信號의 出力 데이터가 傳送되도록 한다. PROM 데이터 制御回路에서는 傳送되어질 400 바이트의 데이터中 200 바이트의 데이터에 符號 變換을 遂行한다.

IV. 實驗 및 結果

1. 實驗方法

MF 디지털 送信機에서는 메모리에 저장되어 있는

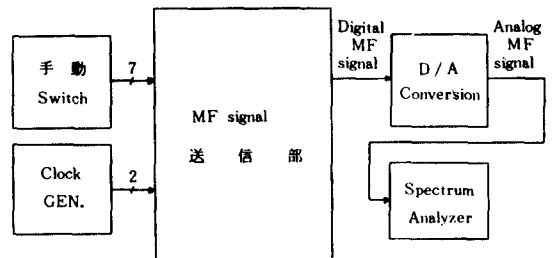


그림 6. 實驗 構成圖
Fig. 6. Experimental organization diagram.

30종의 100개의 標本值들을 必要할 때마다 원하는 部分을 反復하여 읽어주면 PCM 形態의 合成波가 전송되므로 本 實驗에서는 送信機의 出力 特性을 分析하기 위해 이 信號를 PCM CODEC(coder/decoder)를 使用, D/A 變換을 하여 스펙트럼 分析機(spectrum analyzer)로 周波數를 分析하였다.

2. 實驗結果

30個의 MF 信號中 信號의 傳送方向別로 가장 隣接한 周波數로 構成된 MF와 가장 隔離된 周波數로 構成된 MF 信號에 對해 스펙트럼을 分析하였다.

- 1) 가장 隣接한 周波數로 構成된 MF 信號의 경우
 前進信號 : 1380Hz + 1500Hz
 後進信號 : 1020Hz + 1140Hz

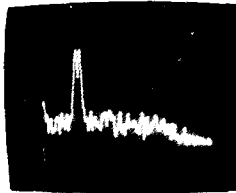
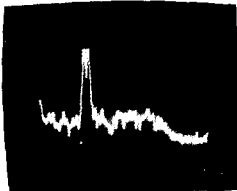


그림 7. 1380Hz + 1500Hz의 MF 스펙트럼

그림 8. 1020Hz + 1140Hz의 MF 스펙트럼

Fig. 7. MF spectrum (1380Hz + 1500Hz).

Fig. 8. MF spectrum (1020Hz + 1140Hz).

- 2) 가장 隔離된 周波數로 構成된 MF 信號의 경우
 前進信號 : 1380Hz + 1980Hz
 後進信號 : 540Hz + 1140Hz

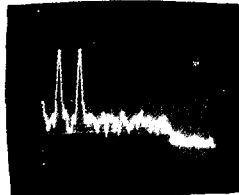
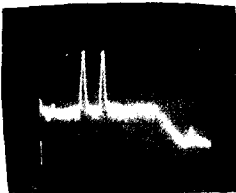


그림 9. 1380Hz + 1980Hz의 MF 스펙트럼

그림 10. 540Hz + 1140Hz의 MF 스펙트럼

Fig. 9. MF spectrum (1380Hz + 1980Hz).

Fig. 10. MF spectrum (540Hz + 1140Hz).

實驗 結果 送信 MF 信號 레벨은 $-11.5\text{dBm} \pm 0.3\text{dBm}$ (측정오차)이며, 信號 周波數 以外の 레벨은 -50dBm 以下の 감쇠 特性을 나타냄을 알 수 있고, 두

信號의 레벨 差는 거의 없음을 알 수 있다.

이러한 結果는 CCITT에서 권고하는 MF 信號의 送信 레벨($-11.5\text{dBm} \pm 1\text{dBm}$)과 信號의 高調波 歪曲(harmonic distortion)이 -37dBm 以下여야 된다는 事項과 두 信號 周波數의 레벨 差가 1dBm 以下여야 한다는 事項을 모두 充分히 滿足시킴을 알 수 있다.

V. 結 論

앞에서 考察한 바와 같이 MF 送信機에 디지털 周波數의 發生技法을 使用하면 시스템구성이 매우 간단 해지며 費用面에서 아날로그 방식보다 대단히 低廉해 지는 長點이 있을 뿐만 아니라 프로세서를 利用하여 周波數를 發生시키므로 周波數의 正確度나 送信 信號 레벨의 正確度를 거의 願하는 대로 높일 수 있다. 本 論文에서는 主로 CCITT MFC 디지털 送信機에 對해 考察하였지만, 이러한 根本的인 原理는 交換機에서 必要로 하는 各種 信號音의 發生에도 適用이 可能하여 앞으로는 이러한 디지털 周波數의 發生原理가 보다 광범위하게 應用될 것으로 豫측된다.

參 考 文 獻

- [1] Yoshimasa KANEKO, Shiro KIKUCHI and Hitoshi IMAGAWA, "Signalling equipment for digital switching system," *Review of the Electrical Communication Laboratories*, vol. 27, no. 9-10, pp. 740-757, Sept.-Oct. 1979.
- [2] Som G. Pitroda, "Telephones go digital," *IEEE Spectrum*, pp. 51-60, Oct. 1979.
- [3] G. THYSSENS and L. VERBIST, "Digital multifrequency receiver and sender," *Electrical Communication*, vol. 54, no. 4, pp. 319-325, 1979.
- [4] 辻井重男, 坂庭好一, "デジタル 信號處理," 電子通信學會誌, vol. 64, no.11, pp.1174-1177, 1981.
- [5] International Telegraph and Telephone-Consultative Committee (CCITT), vol. VI 3-III (Q400-Q480) *Specification of Signalling System R2*, pp. 38-136, Dec. 1976. ***