

# 마이크로프로세서를 이용한 분리형 임의파형발생기의 개발

김 남 현 · 김 원 기 · 유 선 국 · 양 호

## Development of Isolated Arbitrary Waveform Generator Based on Microprocessor

Nam-Hyun Kim, Won-Ky Kim, Sun-Kook Yoo, Ho Yang

- Abstract -

An arbitrary waveform generator was developed for the experiment of electro-physiology and the electrical stimulator. This system has been constructed three parts.

- (1) Data input parts
- (2) Data processing and control parts
- (3) Analog signal output parts

The system characteristics were as follows.

- (1) System based on Microprocessor
- (2) Input using Thumbwheel switch
- (3) Isolated output signal
- (4) System flexibility

### 1. 서 론

의료 장비로서의 전기자극기(Electrical Stimulator)는 인체나 실험 동물에 전기적인 자극을 가하여주는 장치로서, 그에대한 응답 신호는 전기생리학적인 기초연구 분야만이 아니라 EP(evoked potential), EMG(electromyogram)에서와 같은 진단용 데이터를 얻거나 재활 의학적인 면의 치료용으로서도 그 중요성이 증가하고 있다. 본 연구에서는 기존의 전기자극기가 사용이 복잡하거나 출력의 정확도가 떨어지는 단점을 보완하기 위해 마이크로 프로세서를 이용하여 전체 시스템을 구성하였다.

<접수: 1989년 6월19일>

연세대학교 의과대학 의용공학과

Dept. of Biomedical Eng., Yonsei Univ.

시스템의 전체 구성은 크게 (1) 디지털 스위치로부터 데이터 입력값을 받아들이는 데이터 입력부 (2) 각 부의 신호를 제어하고 처리하기 위한 데이터 처리 및 제어부 (3) 받아 들여진 데이터에 따른 분리형 및 비분리형 출력 신호를 내보내는 아날로그 신호 출력부로 구성 되어있다.

### 2. 시스템의 구성과 동작원리

#### 2-1 시스템의 구성

마이크로 프로세서를 이용한 분리형 임의 파형 발생기의 전체 블록신도는 그림.1과 같다. 여기서 마이크로 프로세서는 Z80A를, 기억 소자로는 2764 ROM과 6264 RAM을 각 각 하나씩 사용하였고, 데이터의 입출력을 위해서는 8255 PIO를 두개 사용 하였으며, 가로채기(interrupt) 처리를 위해서

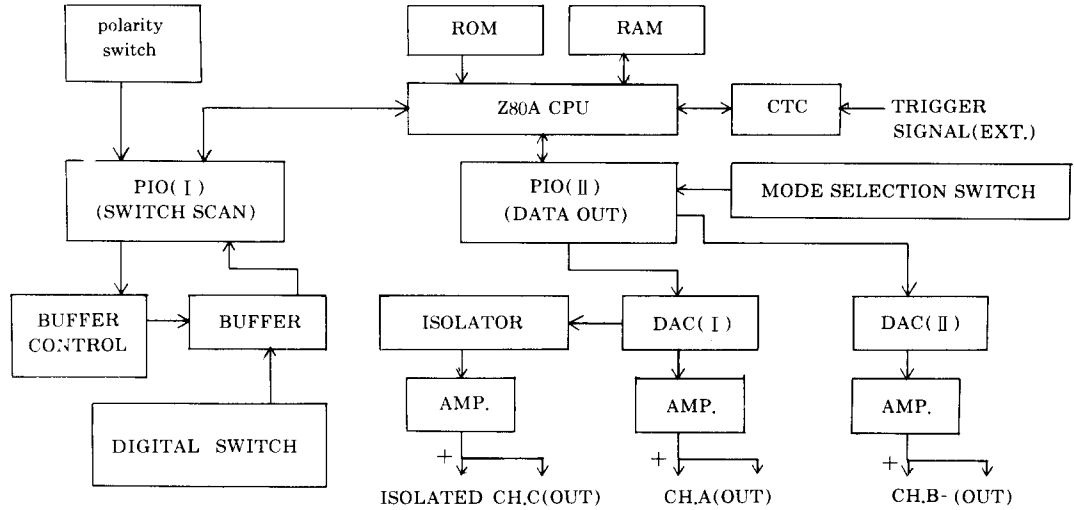


그림 1. 분리형 임의파형 발생기의 전체 블럭선도

Z80-CTC를 사용하였다. 아나로그 출력을 얻기 위한 DAC(digital to analog converter) 소자로는 MC1408 을 사용하였으며 분리회로는 트랜스를 이용한 캐리어 타입으로 구성하였다. 그리고 각 출력의 최종단으로 파워 증폭기인 TDA 2030A를 사용하였다.

## 2-2 동작원리

### 2-2-1 데이터의 입력

출력 신호의 파형과 진폭을 제어하는 입력으로서 디지털 스위치(Thumbwheel Switch)를 사용하였으며, 이러한 56개의 디지털 스위치로 부터 신호의 시구간과 진폭에 관한 데이터를 직접 PIO를 통하여 받아들일 경우 세개의 포트를 전부 입력 형태로 사용하여도 모두 10개의 PIO를 요구하게 되므로, 여기서는 1개의 PIO로서 멀티플렉싱 방식에 의해 모든 데이터 입력을 받아들일도록 하여 시스템을 단순화 시켰다. 그림.2는 1개의 PIO와 56개의 디지털 스위치로 구성되는 데이터 입력부를 보여주고 있다. 즉, 입력되어진 데이터가 버퍼로 넘어가면 PIO ( I )은 포트A를 통하여 24개의 버퍼를 제어하면서 포트B로 각각의 데이터를 순차적으로 받아들인다.

### 2-2-2 데이터의 처리 및 제어

PIO(I)의 포트C를 통하여 발생시키려는 각 펄스의 극성을 외부 스위치를 통하여 받아 들이게 되면 CPU는 PIO( I )의 포트B와 포트C로 부터 받아들인 데이터를 출력형태의 16진 데이터로 변환시킨다. 변환된 데이터는 CTC를 통한 가로채기 처리 방식에 따라 정확한 시구간을 갖는 신호로서 PIO ( II )의 포트C를 통해 받아들인 데이터 값에 의하여 결정이 되는데 그 내용은 다음과 같다.

(1) 채널A와 채널B 모두 반복되는 4개의 진폭이 서로 다른 펄스로 구성된 신호를 내보내는 방식

(2) 채널B는 마찬가지로 반복되는 신호를 내보내게 되면서 채널A를 트리거신호에 동기시켜 내보내는 방식

또한 채널A를 트리거 시키는 방식은 다음과 같다.

- (a) 수동 트리거
- (b) 외부 트리거
- (c) 채널B에 의한 트리거

### 2-2-3 아나로그 출력

이렇게하여 출력되어진 디지털 신호는 DAC를 통하여 아나로그 신호로 바뀐뒤 파워 증폭기를 통

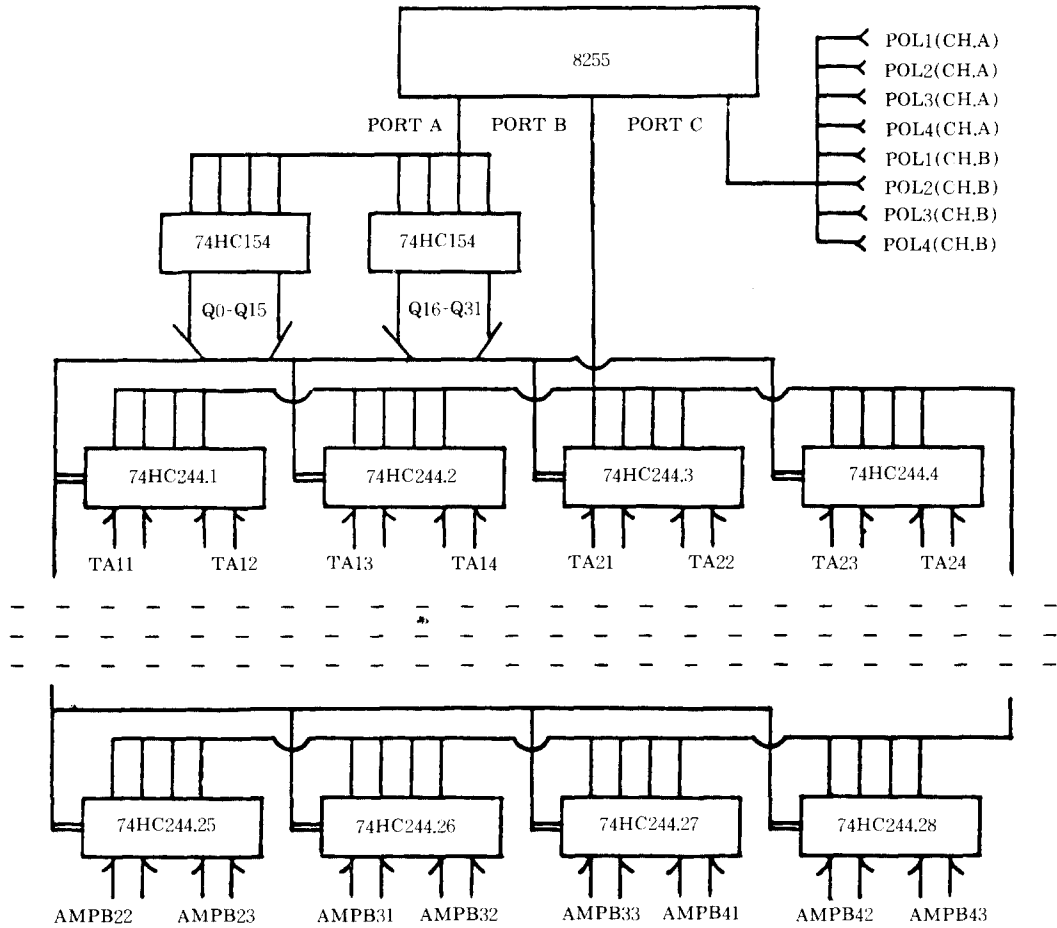


그림 2. 멀티플렉싱 방식에 의한 데이터 입력부의 구성

하여 두 채널A와 B의 임의의 파형으로서 내보내진다. 이때의 채널A 신호는 AC전원과 분리된 생체 자극신호로서 사용 되기위해 분리회로를 통과하여 채널C의 신호로서 내보내 지게 된다. 여기서는 신호와 전원을 동시에 전달하기 위하여 트랜스를 이용한 캐리어 방식의 분리회로를 사용하였는데 분리형 출력도 또한 파워 증폭기를 통하여 내보내어진다.

### 3. 시스템의 제어

그림.3은 분리형 임의신호 발생기의 전체 소프트

웨어 흐름도를 보여주고 있다.

#### 3-1 시구간과 펄스의 극성 결정

프로그램이 자동방식으로 진행되는 동안 CTC는 타이머 모드로 동작하면서 가로채기 모드2의 방식에 따라 가로채기 신호를 발생하게 되고 이때는 CTC 채널0를 통하여 채널A의 신호를, CTC 채널2를 통하여 채널B의 신호를 내보내게 된다.

·PIO(II)의 포트C를 통하여 수동방식이 인식되면 CPU는 CTC 채널0의 타이머모드로 부터 CTC 채널1을 카운터 모드로 바꾼 다음에 외부로부터의 트리거신호에 따라 CTC 채널1을 통하여 한주기의

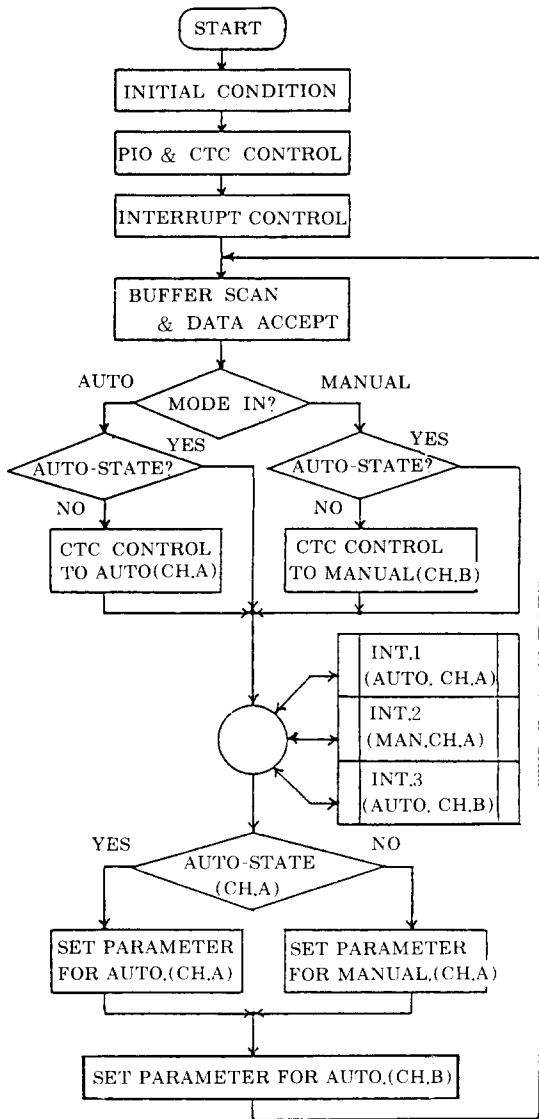


그림 3. 분리형 임의 파형발생기의 소프트웨어 흐름도

채널A의 신호를 내보내게 된다. 신호에서 하나의 펄스에 대한 1msec의 정확도를 얻기 위해 CTC의 타이머모드를 선택하고서 4MHz의 클럭에 대해 프리스케일러를 16으로, 시정수를 250으로 놓으면

$$Q = t \times P \times TC$$

여기서 Q: 출력펄스의 주기

t: 시스템의 클럭 주기

P : 프리스케일러

TC: 시정수

의 식에 의해 정확한 1msec의 펄스가 얻어지게 된다.

또한 각 펄스의 극성은 PIO(I)의 포트B로 인가된 신호가 '0'이면 양으로, '1'이면 음으로 판단되어진다. 따라서 위의 결과에 따른 1개의 펄스 주파수 범위는 0.1Hz~1KHz가 되며 출력의 진폭범위는 -1.28V~+1.28V가 된다.

#### 4. 결 론

사진.1은 제작되어진 분리형 임의파형 발생기의 외관을 보여주고 있고 사진.2는 오실로스코프로 나타난 채널A와 채널B의 출력 파형 모습을 보여주고 있다.

이상의 분리형 임의 신호 발생기의 특징과 성능은 다음과 같다.

##### A. 특징

- (1) 조작의 정확성과 간편함
- (2) 분리회로의 내장
- (3) CTC에 의한 시구간 결정
- (4) 마이크로 프로세서에 의한 시스템의 제어

##### B. 성능

- (1) 2개의 비분리 회로와 1개의 분리회로

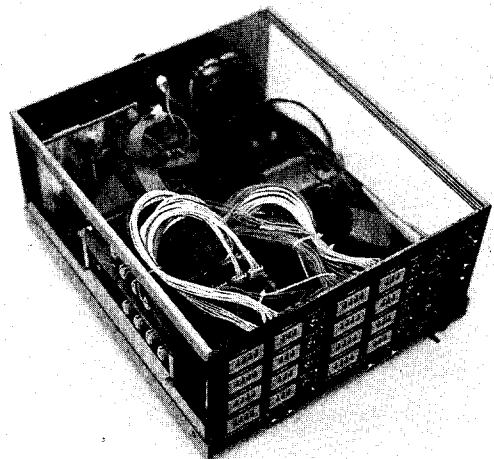
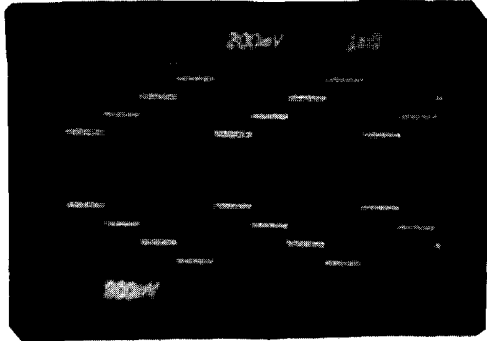
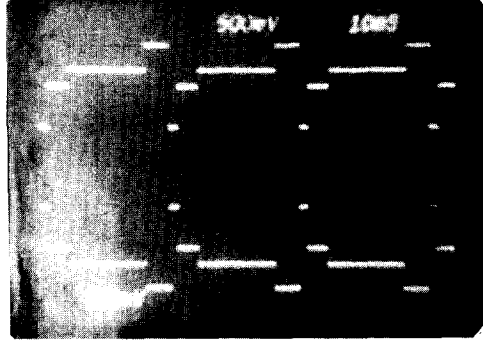


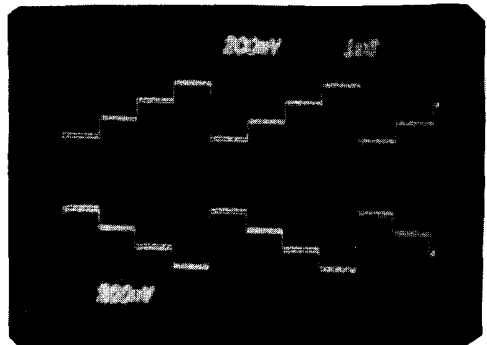
사진 1 제작된 분리형 임의 파형 발생기



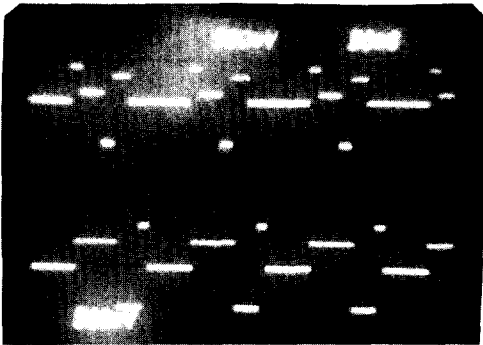
(a) 비분리형 신호의 출력



(b) 임의의 신호 출력



(c) 분리형 신호의 출력



(d) 채널B에 동기된 채널A신호의 출력

사진 2. 분리형 임의파형 발생기의 출력 신호

(2) 동작 방식

자동방식: 채널A, 채널B, 채널C

수동방식: 채널A(수동 스위치, 외부신호, 채널 B)

(3) 4개의 펄스로서 하나의 파형 구성

(4) 각각의 펄스에 극성 부여

(5) 펄스 하나의 최소 시간: 1msec

(6) 펄스 하나의 최대 시간: 9.999sec

(7) 펄스 하나의 최소 진폭: 10 mVolt

(8) 펄스 하나의 최대 진폭: 1.28Volt

이상의 기능을 갖는 분리형 임의의 신호 발생기는 의료용 전자장기로서 다양하게 사용할 수 있을 뿐 아니라 공학적인 실험을 위한 임의의 신호발생기의 기능도 수행 할 수가 있다. 그리고 마이크로 프로세서를 이용하였으므로 소프트웨어에 의한 출력 형태의 다양화 가능성을 남겨주고 있다.

참 고 문 헌

- 1) John G. Webster: Medical Instrumentation, Houghton Mifflin, 1978.
- 2) 박상희, 김원기, 김남현: "자동 환자감시 시스템의 개발에 관한 연구", 과학기술처 연구보고서, 연세대학교, 1986.
- 3) 박상희, 김원기, 김남현: "자동 환자감시 시스템의 개발에 관한 연구(II)", 과학기술처 연구보고서, 연세대학교, 1987.
- 4) John G. Webster, et al.: Electronic Devices For Rehabilitation, John Wiley & Sons, 1985.
- 5) M.E. Van Valkenburg: Analog Filter Design, Holt Saunders, 1982.
- 6) J.K. Roberge: Operational Amplifiers Theory & practice, John Wiley & Sons, 1975.