

# 저주파를 이용한 신경자극 치료장치 개발

정영수\* · 현웅근\*\*

\*호남대학교 전자공학과

A development of low frequency electrical nerve stimulator  
for muscle care and diet

Young-su Jung\* · Woong-keun Hyun\*\*

\*Department of Electronics Engineering, Honam University, KOREA

E-mail : 55volt@hanmail.net

## 요 약

본 논문에서는 8Bit MPU를 이용한 신경자극 치료장치가 설계되었다. 개발되고 있는 시스템은 저전력 MPU와 전압 boosting회로, 과전류 감시 및 이상전류 보정회로, 펄스의 상태를 알려주는 LED display 및 BUTTON과 펄스를 우리 몸에 전달시켜주는 Pad로 이루어져있다. 입력된 9V의 전압은 전압 boosting회로를 통해 120V까지 승압된다. 펄스는 단상 직사각형파, 대칭성 이상파, 교대 대칭성 이상파등의 형태로 우리 몸에 입력되어 근육의 수축과 이완을 시켜주는 알고리즘을 적용하였다.

## ABSTRACT

This paper describes a low frequency electrical nerve stimulator for muscle care. The developed system consist of 8bit low power consumed MPU, voltage boosting circuit converting 9V input to 120V output, repairing circuit for distorted output pulse, LED and buttons for I/O, and electro-chemical pad. The pulse generation algorithm for the muscle care effect is developed with basic pulses such as a single phase rectangle pulse, symmetric rectangle pulse, and depolarized interrupt pulse.

## 키워드

Muscle care, low frequency electrical nerve stimulator

## 1. 서 론

저주파 펄스를 이용하여 신경을 자극시키는 치료장치는 1960년 미국의 Ball연구소에서 Dyna Wave Neuromuscular Stimulator라는 고전압 자극기를 개발하여 근육치료, 재활 등의 목적으로 이용하였고, 1980년대에 이르러 고전압 펄스 전류자극기로 발전하게 되었다[6,7,8]. 최근에 이르러 고전압 펄스 전류 자극기는 근육치료, 통증완화, 타박상치료 뿐만아니라 지방제거 및 대사촉진 효과, 물리치료등에 널리 이용되고 있다 [9]. 현대에는 경제 발전으로 인한 인간의 삶의 질이 향상됨에 따라 여성과 노년층사이에서는 자신의 외모와 건강에 많은 관심이 고조되고 있다. 이를 충족하기

위해 전기자극을 이용한 저주파를 이용해 지방제거, 물리치료, 통증완화를 하고 있다. 저주파 펄스 치료기는 주로 병원, 미용실, 체형관리 센터, 헬스장등에서 사용하고 있으며, 기기가 소형화됨에 따라 가정에서도 구입하여 사용하고 있다. 하지만 국내에서는 널리 확산되어 있지 않고, 대부분이 NATIONAL사, OMRON 사등 외국산이라서 가격도 고가이다.

본 연구에서는 고가의 외국산 기기들을 저가격의 국산화 및 중소기업과의 연계를 통해 상품의 판매 증대 및 보급을 목표로 하고 있다.

### II. 저주파 펄스 발생을 위한 전기자극 원리

인간의 몸에 미세한 전류가 전달되면 근육이 움직이게 되고 전류의 강도가 클수록 수축 정도가 커진다. 즉 우리 몸 외부에서 전기를 인위적으로 가하면 근육 신경이 흥분되어 근육이 수축 또는 이완된다. 여기서 근육을 적절하게 운동시키기 위한 전기적 3대요소는 (1) 전류강도, (2) 통전시간, (3) 최대강도에 도달하는 속도(시치)등이다. 자극이 유효하기 위해서는 한계 흥분 수준 이상의 전류가 통전되어야 하며 통전시간은 임상적으로 0.02msec ~ 1msec까지 여야 인간의 근육에 위험한 영향을 주지 않고 자극을 가할 수 있게 된다. 또한 임상적으로 약 50Hz정도가 가장 큰 자극 및 전기 효과가 있다고 보고되고 있다.

### III. 근육 자극을 위한 저주파 펄스 형태

신경근육을 자극하는 펄스파는 크게 4가지로 나눌 수 있다.

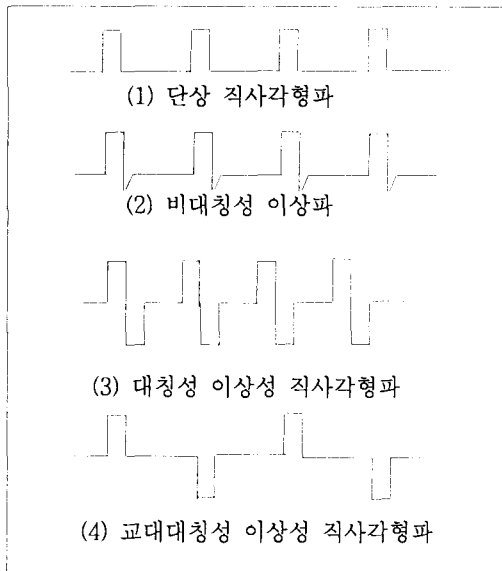


그림 1. 신경근육을 자극하는 저주파 펄스 형태  
Fig. 1 low frequency pulses for muscle care

(1)은 전류가 한 방향으로 흐르므로 전극이 유지되어 이온화학적 작용으로 피부자극이 일어나 지방이 분해된다. 이런 펄스는 일정기간동안 펄스의 폭을 점차 늘려가면서 자극하면 근육을 점차적으로 문질러주는 효과가 발생해 마사지는 심리적 느낌을 갖는다. (2)는 단상 직사각형파를 변형시킨 비대칭 이상파로 전류가 두 방향에서 흐르지만 한쪽은 상대적으로 위상강도

가 낮고 위상기간이 길어서 피부자극은 적다. (3)은 화학적 효과가 거의 일어나지 않고 두 전극에서 모두 조직을 흥분시킬수 있어 대퇴사두근, 대둔근과 같이 큰 근육을 자극하는데 효과적이다. (4)는 주파수를 20Hz에서 50Hz사이로 해주면 대칭성 이상파와 같은 효과가 나타나며 +전극파를 가하고 다시 -전극파를 가하게 되면 몸에 부착되어 있는 양쪽 Pad를 통해 마사지가거나 두드리는 느낌을 갖게 된다[3].

### IV. 신경자극 치료장치의 시스템 구현

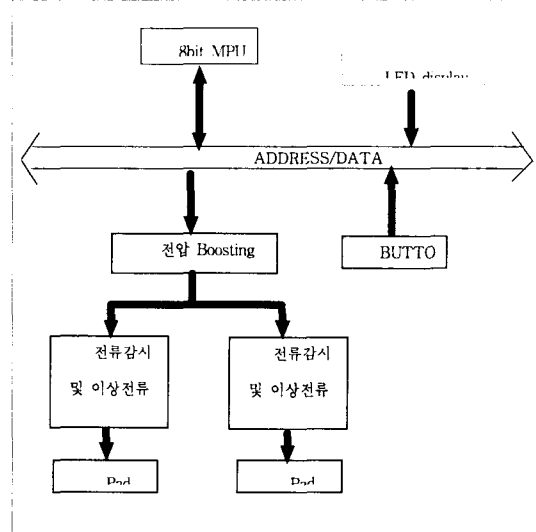


그림 2. 전체 H/W Block Diagram  
Fig. 2 A H/W block diagram

Hardware의 구성은 8bit MPU인 89c2051과 9V입력을 120V로 승압시키는 전압 Boosting 회로, 펄스의 상태를 알리는 LED Display, 상태를 변화시키는 BUTTON, 그리고 직접 우리 몸에 부착시켜 펄스를 전달해주는 Pad로 구성된다. 8bit MPU는 내부 RAM 128byte와 2Kbyte의 플래쉬메모리(Flash Memory)를 내장하고 있는 1chip microprocessor를 사용하였다. 위에서 기술한 단상 직사각형파, 대칭성 이상파, 연속교대 대칭성 이상파 외에 변형된 펄스 파형을 만들어 내며 이펄스파는 전압 boosting 회로에서 승압 되어 최대120V까지의 펄스 파형으로 변형되어 나온다.

Software구성은 50msec마다 interrupt를 걸어 interrupt내에서 처리하며 50msec(20Hz)를 파형 변형 기본 주기로 한다. 기본적인 모드는 문지름 모드와 두드림 모드를 가지고 있다.

· 문지름 모드는 한쪽 Pad를 통해 0.01msec 크기에 서 1msec까지 증가하면서 파형이 점차적으로 증가하

게 된다. 다른 쪽 Pad를 통해 반대 펄스도 이처럼 증가하는 펄스를 출력하게 되면 인간의 몸은 증가하는 +펄스가 출력될 때는 근육이 수축하게 되고 어느 정도 time delay가 지난 후 증가하는 -파형이 출력되면 근육이 이완되어 마치 몸을 문지르는 현상을 느끼게 된다.

· 두드림 모드는 +파형을 Pad를 통해 출력시킨 후 50msec주기 이후 다른 Pad를 통해 -펄스를 출력시켜 이를 여러 번 반복하면 +파형과 -파형이 교대로 나와 우리의 몸을 두드리는 현상을 느끼게 하여 근육의 붓침, 통증완화에 효과를 보게 된다.

### V. 시스템의 실험 및 결과

그림 3은 신경근육 치료장치의 main보드이다. 8bit MPU에서 50msec의 펄스를 전압 boosting 회로로 입력되면 전압 boosting 회로에서는 9V의 전압을 120V까지 승압하여 펄스를 발생시킨다. 이 펄스는 2개의 Pad를 통해 우리 몸에 부착되어 파형을 전달하며, 4개의 LED display모드를 통해 펄스의 상태를 체크한다.

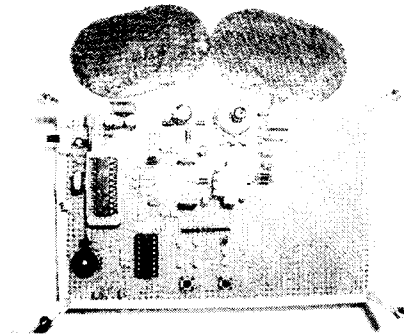


그림 3. 신경자극 치료장치 main 보드  
Fig.3 The developed stimulator controller

LED1 모드는 신경자극 치료장치의 스위치를 ON하면 LED1의 펄스가 실행된다. LED1의 동작은 약35개의 단상 직사각형파 +펄스가 10초 동안 0.02msec에서 1msec까지 점차적으로 증가하며 출력된다. 그 후 2초의 time delay가 동작된 후 변형된 단상 직사각형파 -펄스가 10초 동안 35 출력되며, 이어서 +펄스와 -펄스가 교대로 출력되는 교대대칭성 직사각형파가 5초동안 발생한다.

그림 4는 전압 boosting 회로를 통과한 0.02msec의 펄스 크기가 50msec주기로 출력되는 단상 직사각형 +펄스이다.

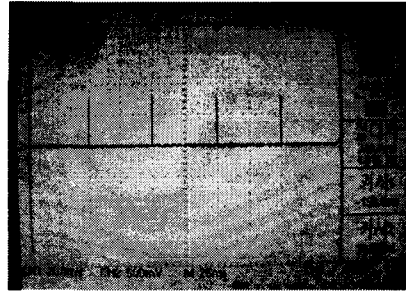


그림4. 증가하기 전의 단상 직사각형 +펄스  
Fig.4 A single rectangle plus pulse before width increment

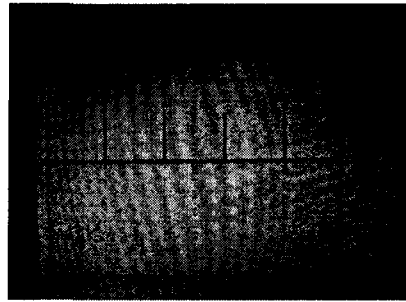


그림 5. 증가하는 단상 직사각형 +펄스  
Fig.5 An unipolar rectangle plus pulse after width increment

그림 5는 1msec까지 증가한 펄스파이다. 단상 직사각형파는 펄스 폭이 0.02msec에서 점차적으로 1msec까지 증가하므로 우리 몸을 문지르는 효과를 보여 근육을 마사지하거나 혈액순환에 효과가 있다.

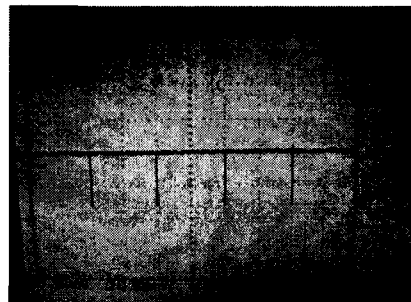


그림 6. 증가하는 단상 직사각형 -펄스  
Fig.6 An unipolar rectangle minus pulse after width increment

그림 6은 +증가 파형이 출력되고 난 후 2초의 time delay후 출력되는 단상 직사각형 -펄스파이다. -펄스파가 35개 출력되고 나면 +펄스와 -펄스가 교대로 출력되는 교대대칭성 직사각형파가 5초동안 발생하게

되는데, 이 교대대칭성 펄스는 강하게 수축되었던 근육을 다시 -펄스파를 주므로 인해 근육이 이완되어 두드리는 효과를 볼 수 있다.

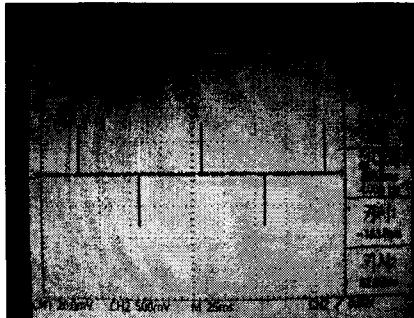


그림 7. 교대대칭성 직사각형파  
Fig. 7 A dipolar rectangle pulse

그림 7은 교대대칭성 직사각형파, 즉 두드림 모드를 보여주고 있다. 이 두드림 모드는 수 회 반복시킬 경우 자극 부위가 강하게 수축 이완됨으로 큰 근육의 마사 지나 뭉친 근육 및 비만제거에 효과가 있다. 즉 LED1 모드는 문지름 모드와 두드림 모드가 모두 발생하는 자동 모드이다.

LED2 모드는 LED1 모드에서 발생하는 단상 직사각형파 +펄스파, 단상 직사각형 -펄스파, +, -교대대칭성 직사각형파중에 실행되는 펄스중 사용자가 사용하고자 하는 펄스부분에서 BUTTON을 선택하여 한 종류의 펄스파만을 사용할 수 있다.

LED3 모드와 LED4 모드는 교대대칭성 직사각형파의 변형된 형태의 펄스파로 +와 -를 번갈아 출력하기 때문에 근육의 수축과 이완이 급격하게 변하므로 마치 두드리는 효과를 느낄 수 있다. 이 두드림 효과는 강한 자극을 주기 때문에 대퇴근 또는 복근 등에 운동효과가 있다고 사료된다.



그림 8. 변형된 교대대칭성 직사각형파(1)  
Fig.8 A modified dipolar rectangle pulse I

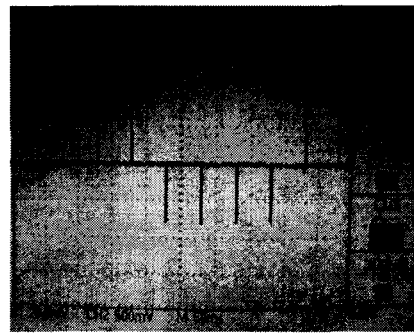


그림 9. 변형된 교대대칭성 직사각형파(2)  
Fig.9 A modified dipolar rectangle pulse II

그림 8과 그림 9는 교대대칭성 직사각형파의 변형된 펄스파를 보여주고 있다. 같은 펄스를 여러개 주어서 근육의 한 부위를 강하게 자극함으로써 뭉쳐있는 근육을 풀어주는 효과를 느낄 수 있다.

## VI. 결 론

본 논문에서는 저주파를 이용하여 신경자극 치료장치 개발을 제시하였다. 신경자극 치료장치는 8bit MPU와 전압 boosting 회로 LED display, Pad등으로 구성되었다. 향후 과전류를 방지하기 위해 전류감시 및 이상전류 보정회로를 개발중에 있으며 그 중간 결과로써 본 연구를 발표하게 되었다. 신경을 자극하는 펄스로는 단상 직사각형파, 교대대칭성 직사각형파등을 기본으로 변형된 펄스를 구현하였다. 단상 직사각형파를 0.02msec에서 1msec까지 증가시켜 근육을 문지르는 듯한 효과를 볼 수 있는 문지름 모드와 +펄스와 -펄스를 교대로 출력시켜 강한 근육의 수축과 이완을 통해 근육을 두드리는 효과를 볼 수 있는 두드림 모드를 제안하였다. 이 모드들은 근육의 마사지효과 및 근육뭉침, 비만제거 등에 효과를 볼 수 있을 것이다. 본 연구의 결과는 대부분 외국산인 기기를 국산화하고 최첨단 연구나 반도체 통신설비등과 같이 많은 자본이 필요하지 않는 저가격형 기기이므로 중소기업의 고유 업종으로 선정하기에 적합할 것이라 사료된다.

## 참고문헌

- [1] 강두희, 생리학, 신광출판사, 1983.
- [2] 황경상의 3인, 이온삼투요법을 이용한 근골격 질환 치료에 관한 연구, 대한재활의 학회지16(1), p88-93, 1992.

- [3] 이재형외 1인, 전기치료학, 대학서림, 1995.
- [4] ATMEL, 89c51 Version manual, 1995.
- [5] 박선호, 최신 전자회로 아이디어 백과, 1995.
- [6] Wiliam J. Shriber, A manual of Electro-therapy. Lea and Febiger. 1977.
- [7] Eric R. Kandel, principles of Neural Science, Elsevier, 1991.
- [8] Wadsworth H, Electrophysical Agents in Physiotherapy, 2nd ed., Science ress, Marrickville, p124-356, 1983.
- [9] Taylor K, Newton RA, " Interference Current Stimulation in Recurrent Jaw Pain., Current Physical Therapy, Vol. M, No.3, p203-206, 1988.