

압전작동기 구동을 위한 파워앰프 개발 및 제어기 설계 Development of Power Amplifier and Controller Design for Piezoelectric Actuator and Sensor

이완주* · kwak문규† · 양동호* · 송덕원**

Wan-Joo Lee, Moon K. Kwak, Dong-Ho Yang and Deok-Won Song

1. 서 론

최근 압전 재료를 이용한 지능구조물의 능동 진동 제어 시스템에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. 압전 재료를 이용한 지능구조물의 구현에 있어 능동진동시스템과 압전 액추에이터의 구동을 위해 고전압 파워 앰프가 필요하다. 그러나 고전압 파워 앰프는 고가이며 대형이기 때문에 지능구조물의 구현에 있어 걸림돌이 되고 있다. 따라서 선행 연구에서는 피에조 액추에이터 구동을 위한 저가의 소형 파워 앰프(Power Amplifier)의 설계 및 제작을 연구하였다. 본 연구에서는 기존에 제작하였던 피에조용 파워 앰프의 단점을 보완하는 방법을 제안하고 제어 알고리즘의 구현을 위한 저가의 소형 DSP 제어기를 추가로 연구하였다.

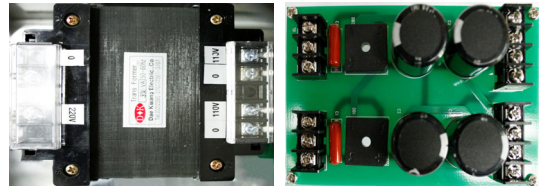
2. 피에조 구동 고전압 파워앰프

2.1 전원장치

피에조 액추에이터를 구동하기 위해서는 무엇보다도 고전압을 발생시킬 수 있는 파워 앰프가 필요하다. 일반적으로 고전압 파워 앰프의 경우 전원으로 역시 고전압이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 전기적 잡음이 비교적 작은 변압기를 이용하는 방법을 연구하였다. 여기서 리플이란 트랜스에서 발생하는 교류를 직류로 정류하면서 생기는 잔물결 같은 파형을 말한다. 이와 같은 아날로그 파워서플라이의 장점은 간단한 회로를 이용하여 원하는 전압을 만

들 수 있고 비교적 전기잡음이 작다는 것이다. 단점은 트랜스의 사용으로 크기와 무게가 커지고 정류되면서 발생하는 리플을 줄이기 위하여 대용량의 커패시터를 연결시켜 주어야 한다는 것이다.

Fig. 1(a)는 교류를 직류로 바꿔주는 변압기의 사진이다. 변압기로 들어오는 220VAC전압을 먼저 두 개의 110VDC전압으로 변환한다. 변압기의 출력 전압인 두 개의 110VAC를 우리가 필요로 하는 DC 전원으로 변환하기 위해서는 정류기가 필요한데, 본 연구에서는 Fig. 1(b)와 같은 정류회로를 사용하였다. 이 정류기를 통하여 $\pm 150VDC$ 를 생성하고, 이 전압을 고전압 파워앰프의 전원으로 사용하였다.



(a) Transformer (b) Diode Bridge
Fig. 1 Power Supply Circuit

2.1 고전압 파워 앰프

본 연구에서는 피에조 액추에이터의 구동을 위해 Apex사의 PA241 칩을 사용하였다. 그리고 신호가 증폭기를 통과하면서 발생하는 옹셋전압과 전기잡음에 약한 PA241 칩의 특성을 보완하기 위하여 Fig. 2와 같은 2개의 고전압 증폭 앰프를 사용한 브릿지 회로의 설계를 사용하였다. 이 경우 $\pm 300V$ 까지 증폭이 가능하다. 출력 양단의 전압차를 이용하므로 신호에 옹셋이 발생하지 않는다는 장점이 있는데 시뮬레이션을 통하여 확인되었다. 또한 전기잡음 역시 양단의 출력으로 인하여 서로 상쇄될 것으로 예상되었다. 특히, 전기잡음을 줄이기 위하여 전자 회로를 Fig. 3와 같이 PCB에 구현하고 PCB의 전면에는 GND를 만들었다. BIAS전압과 GAIN 조절

† 교신저자; 정희원, 동국대학교 기계로봇에너지공학과
E-mail : kwakm@dongguk.edu
Tel : (02)2260-3705, Fax : (02)2263-9379

* 동국대학교 일반대학원 기계공학과

** 한영외국어고등학교

을 위한 가변저항의 경우에도 PCB기판에 같이 배치해주는 것이 가장 좋으나 그럴 경우 기판의 고정 이 어려워지고 부품의 배치와 배선이 복잡해져서 선으로 연결하기 편한 터미널박스로 대체하였다.

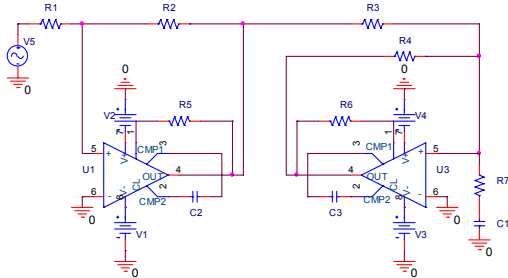


Fig. 2 Electronic Circuit for Bridge Mode Operation of power Amplifiers

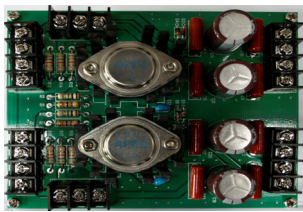


Fig. 3 Power Amplifier mounted on PCB

3. DSP제어기

현재 능동진동제어를 위해 사용되는 시스템은 주로 dSpace사의 제어기이다. 이 장비는 Simulink로 구현된 제어 알고리즘을 손쉽게 구현할 수 있도록 도와주며, 고속으로 여러 채널을 동시에 제어할 수 있다. 그러나 고가이기 때문에 현장 적용을 위해서는 저가의 제어기 개발이 반드시 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 RealSYS사의 DSP2812EZ모듈을 이용한 저가의 제어기를 개발하였다.

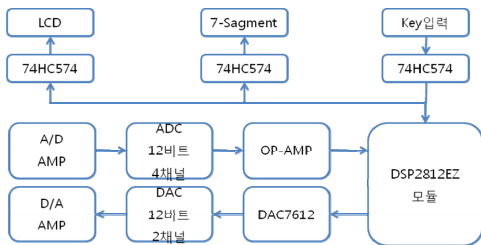


Fig. 4 Configuration of DSP Interface board Circuit

Fig. 4의 제어 시스템은 DSP 모듈과 A/D입력단, D/A 출력단, 그리고 LCD, 7-Segment, LED, Key

로 구성되어있다. A/D 입력단에 연결된 AMP는 Fig. 5에 보이는 바와 같이 압전 세라믹 센서를 사용할 수 있도록 Charge AMP로 구성되어 있으며, 압전 세라믹에서 나오는 전압을 DSP의 입력 전압에 맞추어 조정할 수 있도록 오프셋 전압과 전압비를 조정하는 회로로 구성되어있다. 더불어 Voltage Follower가 사용되었는데, 이를 이용하면 신호원의 출력 임피던스를 낮추어 신호대 잡음비가 좋게 만들 수 있고 전류를 증폭할 수도 있다.

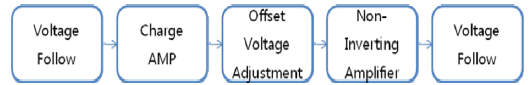


Fig. 5 Configuration of A/D AMP

Fig. 6은 D/A출력 단이다. DSP2812로부터 디지털 값으로 출력된 값이 DAC7612 변환기에 SPI통신을 통하여 입력되어 DAC0과 DAC1이 출력되도록 설계되어 있다.

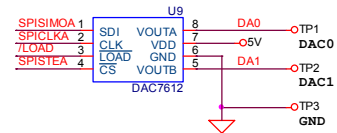


Fig. 6 Electronic Circuit for D/A Converter

Fig. 7은 D/A출력 단에서 0~4V로 출력되는 Bipolar 전압, 즉 $\pm 15V$ 으로 변환하는 회로도 보여준다. D/A단에도 Voltage Follower를 사용하였다.

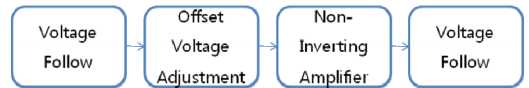


Fig. 7 Configuration of D/A AMP

4. 결 론

본 연구에서는 선행연구에서 연구된 저가의 파워 앰프 단점을 보완하고 이 앰프와 연결될 수 있는 저가의 DSP제어기를 개발하였다. 향후 집약된 DSP 제어기를 구현하여 능동진동제어시스템을 완성할 계획이다.

후 기

본 연구는 한국 국방과학 연구소 “진동제어용 능동 액추에이터 설계 기법 연구”의 일환으로 수행되었습니다.