

싱글칩 마이크로프로세서에 의한 로드셀 신호의 A/D 변환 안정화 처리

박 찬원*, 안 광희, 최 규석
강원대학교 전기공학과

A Stable A/D Conversion of Load Cell Signal by Single Chip Microprocessor

C. W. Park, K. H. An, G. S. Choi

Dept. of Electrical Engineering, Kang Won National University

Abstract

In this study, a method is suggested to design the A/D conversion system which has high resolution to convert load cell signal.

First, hardware was designed to reduce the offset voltage of integrator and comparator. And then, a calibration software technique was performed to obtain the stable data from A/D converter. The optimal parameters of each elements in the circuits was selected using the SPICE simulation. The main advantage of our method is high precision A/D converter can be constructed with low cost and high confidence. Therefore proposed method is expected to be used in the industrial field where a high precision measurement is required.

1. 서론

다수의 질량을 빠르고 정확하게 계속 측정하고 그 정보를 디지털화하여 마이크로 프로세서나 컴퓨터에 인터페이스시킬 수 있도록 하기위한 중량측정 센서로서 개발된 로드셀(load cell)¹⁾은 전자저울 뿐 아니라 자동계량 시스템에 이르기까지 거의 모든 질량측정 시스템에 사용되고 있다. 하중에 대한 변위가 스트레인 게이지^{2,3)}의 브릿지 저항으로 검출된 출력신호는 1디지트당 수 μ 수준의 미소신호이므로 이를 노이즈와 구별하여 검출하고 증폭하여 A/D 변환을 하면 중량을 디지털 표시로 변환시킬 수 있으나 로드셀 센서의 기계적 물리적 특성과 증폭 앰프 회로의 온도 드리프트등에 의한 영향이 안정된 A/D 변환 표시에 치명적인 장애요소로 작용한다.”

본 논문에서는 이러한 장애요소를 제거하여 안정된 A/D 변환 처리를 하기위해 single chip CPU를 이용하여 아날로그 스위치의 제어신호와 인터럽트 신호를 발생하여 V-T 변환되는 시스템을 설계하였으며 하드웨어와 소프트웨어를 이용하여 OP AMP의 오프셋 전압과 드리프트 문제를 최소화시키고 디지털 필터 개념의 데이터 안정화와 auto zero tracking 처리를 구현하였다.

본 연구는 영점이 수시로 드리프트되는 정밀계측 분야의 A/D 변환에 광범위하게 적용가능하며 최소한의 소자로서 고정밀이며 지능형인 A/D 변환 시스템을 개발하였다.

2. 로드셀 센서 및 신호의 특성

로드셀은 금속 탄성 구조물에 스트레인게이지를 부착하여 브릿지저항 센싱방식을 이용한 중량트랜스듀서로서 고정밀도이고 직선성이 좋아 현재 대부분의 디지털 계량 방식의 중량센서로 많이 이용되고 있다.

중량을 감지하는 로드셀 센서의 신호와 그 A/D 변환은 일반 다른 센서와는 달리 몇가지 특징이 있다. 즉,

1) 영점은 로드셀 브릿지 저항의 초기 불균형 및 온도에서 따른 탄성체의 열 수축팽창으로 계속적으로 변한다. 즉 드리프트와 creep 특성을 갖는다.

2) 중량의 측정은 센서 출력신호의 절대값이 아니라 직전의 값에 대한 상대적인 변위의 값만이 의미를 갖는다.

3) 하중이 가해지고 있는 상태에서는 안정시간 경과후는 디스플레이 되는 data의 흔들림이 있어서는 안되며 새로이 인가되는 하중에는 즉시 응답하여야 한다.

4) 중량을 제거했을때 센서의 히스테리시스특성에 의한 보정과 - 방향의 creep에 대한 보정이 필요하다.

또한 로드셀에서 검출된 중량에 대한 신호는 대부분 1디지트당 수 μ 수준의 미소신호이므로 이를 노이즈와 구별하

고, OP AMP의 옴셋 전압의 영향을 없게하는 것이 무엇보다 중요하다. 이를 위하여 기존의 로드셀 A/D변환기는 초정밀 OP AMP와 4-1/2 디지털 혹은 14비트급 이상의 고성능 A/D 컨버터를 사용하여 시스템을 실현시키고 있으나 제조원가의 상승과 트리밍의 번거로움은 피할 수 없었다.

3. 로드셀 A/D 변환기의 구성 및 동작

본 연구에서는 이상과 같은 로드셀 A/D 변환기의 특징에 잘 부합하도록 single chip CPU를 이용하여 그림.1과 같이 이중적분형 A/D 변환기를 구성하고 소프트웨어로서 A/D 변환 데이터의 안정화 처리를 실현하였다.

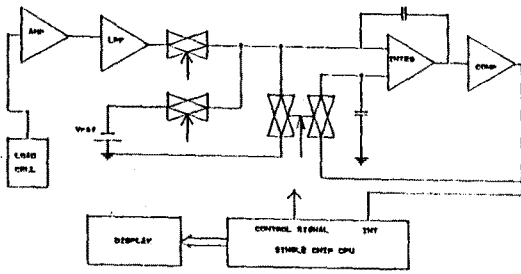


Fig 1. Block Diagram of A/D Conversion Circuit

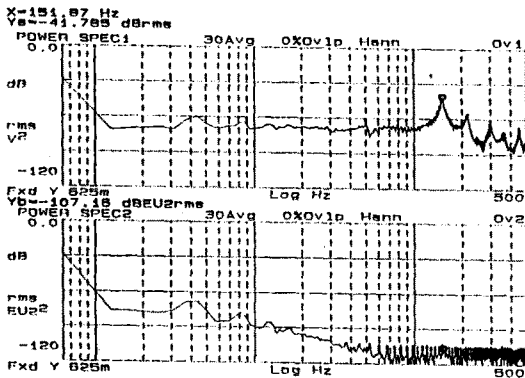


Fig 2. Frequency Characteristics of Load Cell and LFP

각 부분의 구성과 동작원리는 다음과 같다.

1) 증폭 AMP부.

로드셀의 정격출력은 $2mV/V$ 이므로 15000분의 1의 내부 분해능을 갖는 A/D 변환기는 대략 1카운트 당 $1\mu V$ 수준이다. 따라서 증폭 앰프부는 상용전원 노이즈가 제거 가능한 low drift형 차동 증폭회로로서 이득은 100배이다.

2) Low Pass Filter부.

그림.2에 로드셀의 고유진동 주파수를 보여주고 있는데 HP3562A FFT Analyzer로 측정된 결과와 modal analysis 시뮬레이션 프로그램의 수행으로 분석한 결과 로드셀의 고유진동 주파수는 150Hz 부근이었다. 따라서 패시워드 방식의 LFP를 이용하였으며 그림.2의 아래에 LFP를 거친후의 신호의 주파수 특성을 보여주고 있다.

3) 아날로그 스위치의 이중적분 A/D변환 동작.

그림.3과 같이 아날로그 스위치의 절환동작에 의하여 그림의 제로 옴셋 보상시간과 미지입력 적분시간 그리고 기준전압 적분시간으로 나뉘어 지는 동작을 CPU 내부의 타이머 인터럽트 동작과 카운터 기능에 의하여 이중적분 A/D변환을 처리하도록 회로를 구성하였다. 이때 사용된 CPU는 8052 single chip CPU였으며 CPU 클럭은 12MHz, 즉 A/D변환 1카운트당 $1/\mu s$ 로 정하였다.

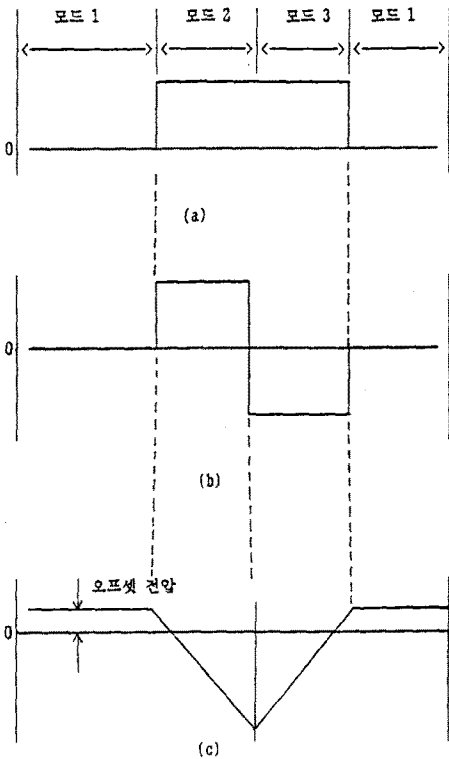


Fig 3. (a) Output Voltage of Comparator
(b) Input Voltage
(c) Output Voltage of Integrator

