

마이크로 컴퓨터를 사용한 회로 자동 측정장치의 설계

○ 이 용 석, 정 화 자, 김 용 득  
 아주대학교 전자공학과

An Implementation for the In-Circuit Tester  
 by using the IBM-PC

Yong-Seok LEE, Hwa-Ja JOUNG, Yong-Deak KIM  
 Dept. of Electronic Eng., AJOU University

국문 요약

본 연구는 전자부품이 회로기판에 삽입된 후 이를 측정하기 위한 연구로서, 점차 제품의 신뢰도를 요구하는 현 국내, 외 실정에 이의 연구는 시급히 필요한 것으로 사료되어 1단계로 단락 측정을 포함한 간단한 기능을 측정하기 위한 방법을 연구한 것이다.

1. 서론

생산제품의 균일성과 신뢰성 및 고급화하려는 추세에 따라 공장 자동화는 필연적이 되고 있으며, 이미 각 분야에서 활발히 연구 추진하고 있다. 그러나 아직 측정방법은 수동으로 행하고 있어 자동화의 세계적인 추세에 따라가기에는 미흡하다고 하겠다.

즉 초기의 자동화 개념은 선형제어 형태였으며 주로 단순작업에 응용되었다. 그러나 생산 공정이 대규모화 되고 복잡해 지면서 자동화 시스템은 보다 신속하고 정확하게 대량생산을 통합적으로 조정할 수 있는 컴퓨터에 의한 무인 공장 자동화의 개념으로 전환되고 있다. 여기에 필수적인 것이 제품의 검사공정 자동화라 하겠다.

전자제품의 생산에 있어서는 대부분의 제품에서 회로기판(P.C.B)을 사용하고 있는데, 이에 부품을 삽입, 연결하는 과정에서 많은 잘못이 발생되며, 이러한 잘못의 정정을 위하여 사용되는 자동화 기기로서 회로 자동 측정장치가 사용된다.

회로 자동 측정장치란 부품이 삽입된 상태에서 회로기판의 단락상태, R, L, C 소자값의 측정 및 트랜지스터, 다이오드의 오프상태를 검사하는 측정기기이다.

일반적으로 회로기판의 부품 오상 또는 납땜 불량으로 인한 잘못은 80% 정도가 인간의 눈으로 찾아 낼 수 있으나 그러나 그 점검의 정확도나 능률이라는 관점에서는 검사공정에서 회로 자동 측정장치는 중요한 역할을 갖게된다. 회로 자동 측정장치의 운용은 무인공장이 아닌 경우 그림 1과 같이 구성된다.

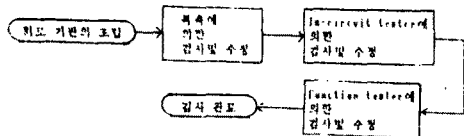
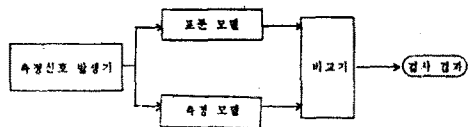
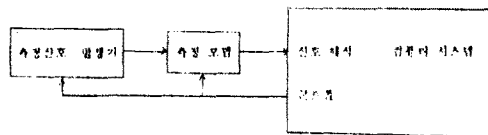


그림 1. P.C.B 검사공정

측정방법에는 그림 2와 같이 비교방법과 예측신호 판단방법이 있으나, 본 연구에서는 예측신호 판단방법을 사용하였다. 컴퓨터 시스템으로는 기존 시스템인 IBM-PC를 사용하여 설계하였는데 이는 첫째 측정 프로그램의 변경이 용이하고, 둘째 표준정보를 플로피 디스크에 수록하여 사용하므로 표준정보의 저장과 이의 반복사용 및 수정이 쉬워지는 특징을 갖는다.



(a) 비교방법



(b) 예측신호 판단방법

그림 2. 측정논리의 비교

2. 시스템 구성

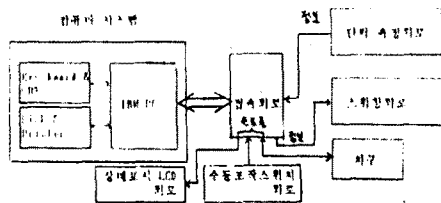


그림 3. 시스템의 구성도

예측신호 판단방법을 사용한 회로 측정 및 검사장치의 구성은 그림3과 같으며 IBM-PC에서는 측정신호에 대한 신호 패턴을 발생시켜 (pattern generator) 이를 접속장치를 통하여 측정회로에 인가하고 이 회로의 응답을 컴퓨터에서 해석 (signature analyzer) 하는 논리구조를 가진다. 그 동작은 IBM-PC에서 접속장치를 통하여 스위칭 회로로 측정점의 주소신호를 보내면 스위칭회로는 회로내부의 아날로그 스위치를 가동시켜 측정점과 측정회로를 연결시켜 주며 이때 측정된 결과를 컴퓨터가 받아들여 표준정보와 비교, 판단하게 된다.

본 연구에서 설계한 회로 자동 측정장치는 측정하려는 측정점과 측정회로를 연결해 주는 두개의 선과 보호회로를 위한 하나의 선이 존재하고 있으며 이 보호선은 측정점과 부동으로 연결되어 있는 점들에 전압을 인가하여 전류의 유출을 막아 정확한 측정도도모하고자 설치된 것이다. 이 설계의 아날로그 버스에 대한 보다 자세한 설명은 4장에서 설명되고 있다.

3. 접속장치의 설계

접속장치는 컴퓨터와 측정 회로간의 교차역활을 하며 그 추가기능은 측정점과 측정회로와의 연결, 측정 기구인 치구의 제어, 상태표시 LED의 구동 및 수동조작 스위치의 조작등으로 그 기능은 다음과 같다.

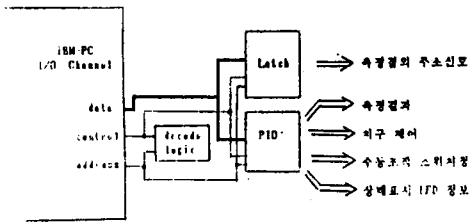


그림 4. 접속장치의 동작회로

컴퓨터에서는 측정점의 주소신호를 latch에 부과한다. 이 주소신호는 스위칭회로와 연결 내부의 아날로그 스위치를 동작시켜 원하는 측정점과 측정회로를 연결시켜 준다. 이때 측정회로는 연결되어있는 측정점 사이의 상태를 판별하여 TTL 신호로 접속장치에 보내면 이 신호는 컴퓨터로 전송되어 처리되게 된다.

자동측정 도구로는 치구가 사용되게 되는데 이의 제어역시 컴퓨터에 의하여 수행된다. 이에 사용되는 기본적 신호로는 치구의 올리고 내리는 동작, 또 비정상상태의 보호회로 모두 작업자의 손에 의하여 이루어진다. 이때 컴퓨터와 친숙하지 못한 작업자는 어려움을 느끼게되어 오히려 작업의 능률을 떨어뜨릴 수 있으므로 컴퓨터의 자판키 이외에 외부 조작 키를 추가시켜 수동조작이 가능케 했으며 현재의 동작상태 및 측정결과를 한눈에 볼수 있도록 LED에 표시하도록 설계하였다.

4. 측정회로의 설계

본 연구에서 사용한 측정회로에는 4개의 OP AMP를 사용 하였다. 이것은 측정점에 기준전압을 인가 해 주기 위하여 사용한 1개와 측정회로의 단락상태에 의하여 변화하는 측정점간의 전압을 비교하여 고정된 기준값에 의하여 그 상태를 판별해 주는 3개의 비교기 처리부로 구성되어 있다.

이 기준은 측정점간의 저항값에 의하여 각각 단락상태(5오옴이하), 중앙상태(10오옴), 개방상태(50오옴이상)의 값을 가지는데 그 측정 논리는 5장의 측정 실험 및 결과에서 자세히 다루었다. 이 회로에 연결된 측정신호선은 측정점이 2개인데도 불구하고 각 측정점마다 2개씩 4개로 구성 되어 있는데 그 이유는 그림5에 나타난 바와 같다.

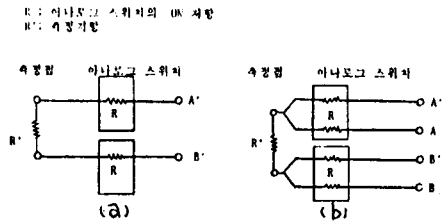


그림 5. 측정 신호선의 연결

그림 5-a의 경우 측정점 A'은 항상 공급해준 전압값으로 고정되어 버린다. 그림 5-b의 경우는 아날로그 스위치의 ON저항 P로 인하여 R'의 값에따라 a'의 전압값이 변화한다.

본 연구에서 사용한 측정회로에서는 비교기와 OP AMP를 사용하였으므로 그림5-b의 경우가 합당하며 또한 측정회로를 확장하여 용량성, 유도성 소자값의 측정과 트랜지스터, 다이오드의 상태 판별등을 위한 회로에서도 가능하도록하였다. 따라서 4개의 측정선이 스위칭회로와 측정회로 사이에 존재하게 된다.

자동 회로 측정장치는 아날로그와 디지털 신호를 동시에 처리하는 장치이므로 정확하고 안정된 측정을 수행하기 위하여는 외부 잡음에 대한 정밀 회로가 필요하다. 특히 집지의 처리분제가 가장 어렵는데 집지를 한정으로 제한하고 두 종류의 신호가 공존하는 스위칭 회로 같은 경우는 아날로그 집지선을 끌어 아날로그 스위치 주변 을 둘러싸므로써 잡음을 감소시킬 수 있다고 본다.

스위칭 회로는 아날로그 스위치 또는 릴레이로 구현 가능한데, 본 설계에서는 아날로그 스위치를 사용하였다. 아날로그 스위 치는 릴레이 보다 저전력 소모에 작동속도 또한 빠르나 그 사용 전압값이 제한되어 용량성 소자들의 방전에 의한 손상을 받기 쉬우므로 그림 6과 같은 전압 제한회로를 사용하였다. 스위칭 회로의 동작 회로도 는 그림 7에 나타나 있다.

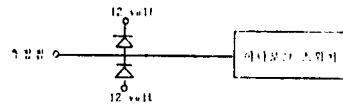


그림 6. 전압 제한회로

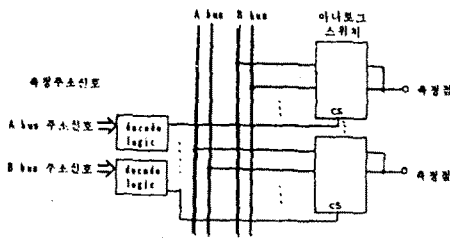


그림 7. 스위칭회로의 등가 회로도

5. 측정실험 및 결과

단락측정을 하기 위하여는 측정점 간의 모든 경우가 측정 되어야 한다. 측정회로의 기준저항값이 다양하다면 소프트웨어적 유추에 의하여 측정점의 수를 줄여 측정속도를 향상 시킬수 있으나 그러한 측정시간의 단축은 부인 공장에서나 의미가 있으므로 본 실험상에서는 취급하지 않았다. 그러나 연구의 의의가 충분히 있으므로 관심있는 분들의 노력이 기대된다.

모든 부품은 허용오차가 있으므로 측정논리에서도 이점을 충분히 고려하여야 한다. 표준정보는 완전히 검사가 끝난 표준 기판회로를 측정하여 얻거나 사람이 넣어주게 되는데 이때의 표준정보는 10오옴의 하나의 기준만을 고려한다. 실제로 측정시에는 각각 10오옴의 위와 아래인 5오옴, 50오옴의 기준으로 상태를 판별하게 되는데 이는 어느정도의 오차를 허용할수 있도록 하기위한 측정논리로서 그 기준값은 참고문헌에 나타나 있는 값을 사용하였다. 이러한 측정논리는 그림 8에, 이의 프로그램의 흐름도는 그림 9에 보여주었다.

표준 정보 10 오옴 이상	측정 정보		판단
	5 오옴 이상	50 오옴 이상	
예	예	예	정상
예	예	아니오	결측
아니오	아니오	아니오	계산
아니오	예	아니오	결측
아니오	아니오	아니오	정상

그림 8. 측정논리표

측정실험은 회로상태를 측정점에 여러개의 저항을 연결하여 200회 실시하였으며 측정점은 실험회로의 최대치인 64개를 설정하였다. 이때의 시간은 C-언어로 프로그램을 작성하여 측정하였다.

64개의 측정점은 2048개의 측정단계를 가지게 되며, 이를 200회 반복 측정 실험한 결과 2번의 측정실패가 발생 하였는데 이 원인은 정밀한 측정회로를 수작업으로 제작한데서 오는 측정회로의 불안정으로 사료되므로 개선될 수있리라 생각된다. 또한 측정시간은 단락상태의 측정과 이들 측정자료 비교의 두 가지로 분류하여 200회씩 실시하였는데, 각각 0.6071초 및 1.0500초가 산출 되었다.

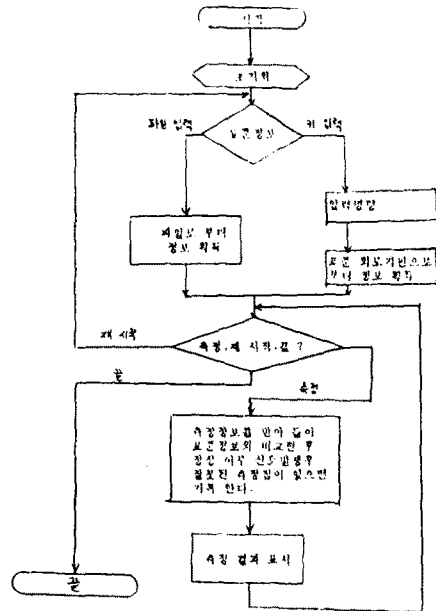


그림 9. 측정 프로그램의 흐름도

1번 자료

내용	횟수	측정점 개수	측정 스텝수	측정시간
단락상태 측정	200	64	2076	0.6071 sec
단락상태 측정 및 측정정보 비교	200	64	2016	1.0500 sec

2번 자료

내용	측정점 개수	측정 스텝수	측정시간
	1	1	0.0003 sec
10개의 유효치로 구분	512	130816	39.3948 sec
	512	13268	3.9931 sec
10개의 유효치로 구분	1024	523776	157.7303 sec
	1024	62330	15.8189 sec

본 연구에서 사용한 회로에 의한 실험 자료로부터 측정점이 많아지는 경우 소요되는 측정시간은 산출한 결과와 그림 10에 보였다. 측정점이 n개인 경우 측정스텝은 다음과 같다.

$$\text{측정스텝수} = \sum_{i=1}^{n-1} i$$

측정스텝을 줄이기 위하여 측정점을 몇개의 논리적으로 구획짓는 방법을 사용하였는데 이 방법에 의한 측정시간의 감소가 526, 1024개의 측정점에 대하여 그림 10에 비교되어 있다.

6. 결 론

본 연구에서 사용한 측정논리는 가능한 모든 측정점간의 상태를 측정, 비교하는 방법을 적용하므로 많은 시간이 소요되나, 그러나 측정회로가 여러개의 기준값을 갖는 경우는 표준정보를 받아 들일 때, 그 측정점 간의 상태를 논리적으로 재 결합하여 측정점의 수를 줄일 수 있으므로 효율적 방법이라고 사료된다.

자동 회로 측정장치에 대한 연구가 아직 미흡한 국내 사정을 고려해 볼 때 본 설계 연구는 비록 간단한 내용이지만, 실용적인 응용의 시작으로서의 의의를 갖는다 하겠으며 이후 보다 훌륭한 연구가 추진되기를 바란다.

참고 문헌

1. "Personal computer XT technical reference", IBM, 1985
2. 세운서적 편집부, "마이컴 시스템 설계 Knowhow", 세운서적, 1986
3. R.Zaks & A.Lesea, "Microprocessor interfacing Techniques", Sybex, 1984
4. "In-circuit Tester Manual :Point-30", Nissei Sangyo co., 1985
5. Samuel Weber, "Electronic circuit Note Book", McGraw-Hill, 1985