

전자 회로카드의 신뢰성 있는 정비 방안 연구

김중우*

*고려대학교 소프트웨어전공

e-mail:kjw0247@korea.ac.kr

A Study on the Reliable Maintenance Method for Electronic Circuit Card

Jong-Woo Kim*

*Dept of Software, Korea University

요 약

현대 전자기술의 급격한 발전은 첨단 과학기술 발전에 이바지하였다. 회로카드 수십 개가 하는 역할을 IC하나로 대신하였으며 이로 인하여 전자장비의 크기는 점점 작아지고 있다. 그렇지만, 급격한 전자기술의 발전은 오래된 장비를 운용하는 곳에서는 오히려 문제점으로 발생하고 있다. 장비제작사는 기술발전에 의해 기존 제품의 대체품 없이 생산 중단함에 따라 이로 인하여 장비관리에 문제점이 발생되었고, 이는 곧 장비 가동률에 영향을 미치게 된다. 그렇기 때문에 노후 장비를 운용하는 곳에서는 자체적으로 대체 수리원 확보 또는 정비능력을 확보하여야 할 수밖에 없다. 따라서, 본 논문에서는 전자 회로카드의 신뢰성 있는 정비 방안을 제시하고자 한다.

1. 서론

전자기술의 눈부신 발전에 따라 전자부품의 수명주기는 갈수록 단축되고 있다. 이는 반도체 마이크로칩(Micro-chip)에 저장할 수 있는 데이터 양(마이크로칩의 트랜지스터의 수)은 18개월마다 두 배씩 증가한다는 무어의 법칙(Moore's Law)과 반도체 메모리 집적도는 1년마다 증가한다는 황의법칙(Hwang's Law) 등은 전자기술이 급속도로 발전하고 있는 것을 증명한다.

전자기술의 발전은 장기간으로 이용하는 기계나 장비 등에 있어서는 오히려 제약사항으로 나타나게 된다. 그 중 대표적인 예로 군용 전자시장을 들 수 있다. 군용 전자시장은 상용 전자기술 발달에 따라 군용 전자시장 점유율 저하로 제작사의 점유율이 하락하게 되었고, 이로 인하여 제작사 도산 및 생산중단으로 이어졌다. 단기적으로는 상용 전자부품의 군용적용(COTS : Commercial Off The Shelf)으로 초기 획득비용은 절감 할 수 있는 긍정적인 요인으로 작용하였으나, 신기술 개발주기 단기화 및 부품수명 단축으로 단종부품이 급증하고 있어 무기체계 운영률에 영향을 주게 되었다. 무기체계 특성상 20~40년 장기간으로 운영하는 등 무기체계의 수명주기는 장기화 대비 상용전자기술 수명주기는 단기화 되는 추세이기 때문에 운영유지에 제한 요소로 작용하는 등의 큰 부작용 요소로 나타나게 되었다. 이로 인하여, 무기체계 사용수명 증가에 따라 필요한 운영유지비는 급증하고 있는데, 무기체계 도입 시 총 수명주기(Total Life Cycle)에서 획득비용은 28% 밖에 되지 않는 반면에 운영유지비용은 72%를 나타

내고 있다.[1] 이로 인하여 전자장비의 정비가 중요하다.

전자회로카드의 정비방식은 FCT(Functional Circuit Test)방식과 ICT(In Circuit Test)방식으로 나뉜다. FCT 방식은 회로점검장비(ATE, Auto Test Equipment)를 이용하여 회로카드 하나의 기능점검을 통해 결함 부분을 검출하는 방식이고, ICT방식은 회로소자 하나 하나에 대한 분석하는 방식이다. 노후된 회로카드는 주로 ICT방식을 이용하여 정비를 수행한다. 전자기기의 회로카드는 여러개의 회로카드로 구성되어 있다. 각 각의 회로카드는 회로카드 마다의 고유한 기능을 가지며, 회로카드는 수십, 수백 개의 소자로 구성되어 있다. 소자는 IC, 저항, 다이오드 등 여러 가지로 구성되어 있으며, 전압, 전류, 저항 등의 입력 신호에 따라 작동하게 된다. 즉, 회로카드 내 소자들의 유기적인 결합으로 인해 하나의 온전한 전자기기의 기능을 발휘 할 수 있다.

본 논문에서 제안하고자 하는 모델은 회로카드 내 소자 점검 시 각 소자별의 특징을 파악하여, 기존 정비방식과 제안한 정비방식 간의 정비 신뢰도를 알아보고자 한다.

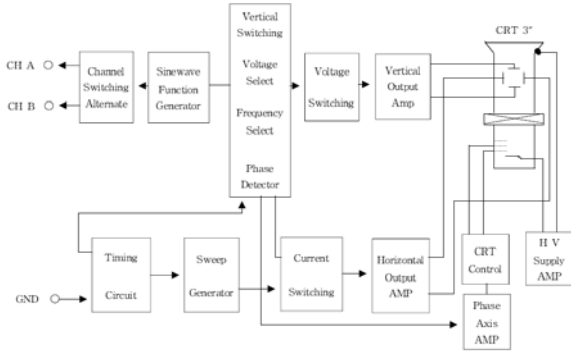
논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존에 제안된 전자 회로카드의 정비관련 연구를 알아보고, 3장에서는 제안하고자 하는 모델에 대해서 기술한다. 4장에서는 이 논문의 결론과 적용 방안에 대해서 기술한다.

2. 관련연구

2.1 ICT 점검방식 적용 연구

과형추적기술을 이용한 전자기기 고장진단용 회로분

석기 설계 및 구현[2]에서 제안한 회로분석기는 측정하고자 하는 부품 기판에 전원을 인가하지 않고 측정하기 때문에 정현파 주파수 발생기 내장하고 있으며, Gate 신호로 구동되는 능동소자를 측정하기 위해 펄스 발생기도 내장하고 있으며, 구성도는 다음과 같다.

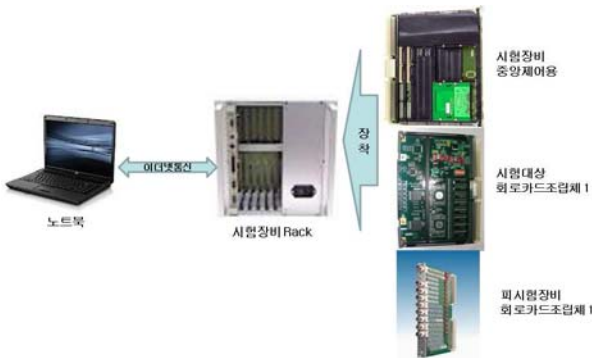


<그림1> 회로분석기 구성도

그림1은 측정하고자 하는 부품 및 기판에 전원을 인가하지 않고 측정할 수 있도록 함으로써 측정 중에 발생할 가능성 있는 일시적인 단락으로 인한 회로의 심각한 손상을 방지할수 있었고, 반도체소자의 임피던스 상태를 분석하며, 시스템 또는 PCB 기판의 영구적인 고장을 일으키는 누설(Leakage) 또는 기판손상으로 인한 문제를 양품과 불량률 출력파형의 상호비교 함으로써 간단히 판별할 수 있었다.

2. 2 FCT 점검방식 적용 연구

생산성 향상을 위한 회로카드조립체 시험장비에 관한 연구[3]에서는 여러대의 점검장비의 숫자를 줄이고, 입출력하는 모든 기능을 자동적으로 시험을 가능한지에 대해서 제안하였다. 이를 적용하기 위해 회로카드조립체의 시험장비의 사용자가 User Defined Pin별로 기능시험 할 수 있게 구현하였으며, 구성도는 다음과 같다.



<그림2> 회로카드 조립체 시험장비 구성도

그림2는 주장비를 개발하는 초기부터 사용자정의 핀 (User Defined Pin)에 대해 회로카드조립체의 특성에 따라 사용되는 신호 규격을 정확히분석하여 각 핀에 대한 기능할당을 하여 회로카드가 오삽이 되었을 시 문제가 발생하지 않도록 체계적으로 기능 할당을 하여 설계한 방법으로, 양산을 위한 회로카드조립체 시험장비를 개발 시에

도 회로의 복잡성을 낮추기 위해 장비별 기능할당이나 부체계 동일 기능이 필요하면 기능할당을 설계할때 사용자가 정의한 핀에 대해 회로카드조립체별, 부체계 장비별로 일관성 계획하고 할당하면 장비개발이 용이하다고 판단하였다.

3. 시스템 구현

3. 1 구현방법

본 연구에 도입된 장비는 ICT점검방식 인 A장비와 Huntorn Access 2 USB PROBER(이하 Huntorn)장비이다. 기존에 사용한 A장비는 Junction, Logic, Low, Medium, High 5개의 표준 측정범위를 가지며, Huntorn장비는 사용자가 측정범위를 한계치 내에서 사용자가 임의적으로 조절 할 수 있는 범위를 가짐에 따라 표준 측정범위 이상의 값을 지원하므로 연구에 도입하였다.

3.2 모델제안

ASA(Analog Signature Analysis, 아날로그 파형 분석)은 전자제어소자에 해당 RANGE 값을 적용하여 그 파형을 비교/분석하게 되는데, 기존에는 표준 RANGE 값이 설정되어 있어 그 값에 따라 파형을 비교분석을 하였으나, 표준 RANGE 값 이상의 신호를 주었을 경우 보다 정밀한 전자카드 점검을 할 수 있다는 가정하에 RANGE 선택 값을 기존 측정하는 방식과 기존 측정 범위 이상으로 설정하여 측정한다.

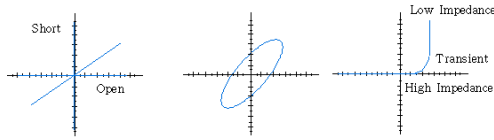


<그림3> 시스템 운용 절차

그림3은 시스템 운용 절차로 회로카드의 데이터 획득, 점검, 결과/평가 단계를 거친다. 데이터 획득단계에서는 회로카드의 위치정보와 소자의 종류 등을 입력하며, 점검 단계에서는 Test Interface의 Access Prober를 통해 소자의 RANGE 값을 측정하여 Test Hardware를 통해 분석하며, 결과/평가 단계에서는 TroubleSheet를 통해 리사주 패턴을 화면을 표시하며, 이를 통해 소자의 불량에 대해서 관독한다.

3.3 실험방식 및 표준신호 위상

실험방식은 주요 결함품목 회로카드 100개를 선정하여 실시하였으며, 리사주 패턴의 정확도를 높이기 위해 5회씩 반복 점검한다.



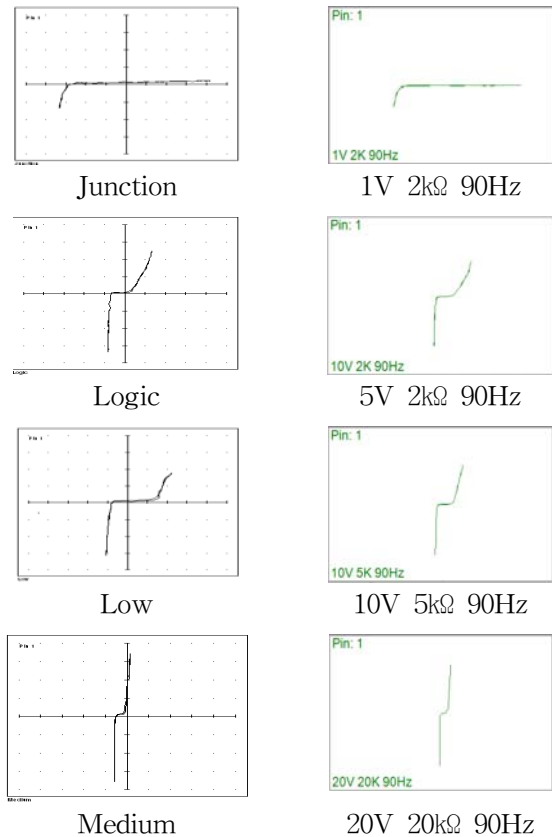
(a) 레지스터 (b) 콘덴서, 인덕터 (c) 다이오드

<그림4> 표준 신호 위상

그림4는 오실로스코프의 X-Y mode를 이용하여 수직과 수평축에 인가되는 신호의 위상 특성을 리사주 패턴으로 표현하며, 각 소자별 리사주 패턴의 특징을 나타낸다. 레지스터는 회로가 단락(short) 되었을 때 부하에 전류가 흐르는 동안 전압강하가 없기 때문에 수직형태로 나타내며, 개방(open)되었을 경우는 전류가 흐르지 않기 때문에 수평형태로 나타낸다. 콘덴서나 인덕터는 주파수에 따라 임피던스 값이 클 경우 수평축으로 기울어지고 반대로 값이 작을 경우 수직축으로 기울며 내부 원형 상태의 폭은 주파수 폭을 나타낸다. 다이오드는 비선형특성을 나타내며 평탄하게 시작해서 동작개시 전압에서 전압축 방향으로 수직선이 된다.[4]

3. 3 평가결과

본 논문에서 제안한 방식으로 측정된 결과 다음과 같은 형태 파형의 회로카드의 불량 소자를 식별 할 수 있었다.



<그림3> Quadruple 2-input Positive NOR Gates에 대한 신뢰도 분석 결과

그림3의 결과는 주요 회로소자에 대한 신뢰도 분석결과로서 Range 값에 따른 파형의 상태를 확인한 것이며, Range 값이 높아질수록 ASA파형의 차이를 확인할 수 있다. 마지막에 적용한 Rang 값에서는 기존에 측정된 Range 값 범위에서는 불량을 확인할 수 없었으나, Range 값의 범위를 초과하여 측정하였을 경우 불량을 확인할 수 있었다. 이와 같은 방법을 통해 기존 방법으로 측정하여 불량이 발생되지 않았는 100개의 회로카드를 대상으로 분석한 결과 12개의 회로카드의 불량품을 식별되었다. 따라서, 회로카드에 대한 불량품을 보다 정확히 식별하기 위해서는 전압, 전류, 저항 값에 대한 측정범위를 소자특성에 맞게 달리하여 측정함으로써 회로카드 정비 신뢰도를 높일 수 있다.

4. 결론

본 논문은 전자기술이 발달함에 따라 장기간으로 운용하고 있는 전자기기의 신뢰성 있는 정비방법에 대해서 연구하였다. 연구 결과 회로소자의 다변화에 따라 회로소자의 측정범위 또한 달라져야 한다는 것을 알 수 있었다. 다만, 위 연구를 통해 확인한 것은 기존의 방식으로 점검을 할 경우에는 점검속도가 빠르다는 것이다. 따라서, 기존의 장비는 생산라인의 BURNING에서 불량제품을 식별하기에 적합하다고 판단된다.

생산성 증대와 신뢰도 향상에 대한 작업의 우선순위에 따라 적용한다면, 생산목표 달성에 도움이 될 것이라 판단된다.

참고문헌

[1] 전자부품연구원, “항공기 전기전자부품 신뢰성 평가 기법”, 2011

[2] 장재철 외 2명 “파형추적기술을 이용한 전자기기 고장 진단용 회로분석기 설계 및 구현”, 1999

[2] 이상명, 김영길, “생산성 향상을 위한 회로카드조립체 시험장비에 관한 연구”, 2012

[4] 송재복, 선우명호, 채장범, “전기전자공학개론”, 반도체출판사, pp181, 1997