

계전기(Relay)의 신뢰성인증 체계

함증걸, 박정원, 정민호, 이중휘¹⁾

요 약

정부에서는 선진국의 기술경쟁력과 중국의 가격경쟁력 사이에서 어려움을 겪고 있는 국내 부품 제조업체들의 경쟁력을 향상시키기 위하여 부품의 신뢰성을 제고하기 위한 신뢰성인증 사업을 시작하였다. 본 논문에서는 이와 같은 정부의 신뢰성인증 사업의 일환으로 산업기술시험원에서 시범사업으로 진행되고 있는 계전기(relay)에 대한 신뢰성인증 체계를 제시하였다.

I. 서론

최근 국내의 부품산업은 선진국의 기술경쟁력과 중국의 가격경쟁력 사이에서 어려움을 겪고 있다. 국내의 세트업체에서는 국산 부품에 대한 이점을 저렴한 가격으로 보고 있어 국내 부품 제조업체에서는 생산하는 부품의 신뢰성을 고려하기보다는 제조 원가를 낮추기 위하여 노력하고 있는 상황이다. 하지만 요즘은 중국의 싼 노동력에 의하여 가격경쟁력 면에서 중국에 뒤떨어지고 있으므로 부품의 신뢰성을 높여 경쟁력을 회복해야 하는데 신뢰성을 고려하기 위해서는 초기에 많은 비용과 경험이 필요하고, 국산부품을 사용하는 세트업체에게 국산부품의 신뢰성이 향상되었음을 인식시키기 위해서는 오랜 기간이 필요하다.

이와 같은 상황에서 정부에서는 국내 부품업체의 경쟁력을 제고하고, 신뢰성을 향상시키도록 유도하기 위하여 국산 부품의 신뢰성인증 사업을 시작하였다. 올해는 1차년도 사업으로 부품을 크게 5가지(기계류부품, 자동차부품, 전기·전자부품, 금속소재, 화학·섬유소재)로 분류하여 신뢰성인증 체계를 개발하고 있다. 본 논문에서는 전기·전자부품에 대한 신뢰성인증 체계를 개발하고 있는 산업기술시험원의 계전기(relay)에 대한 신뢰성인증 체계를 제시하였다.

II. 신뢰성인증 체계

일반적으로 제품의 신뢰성을 정의할 때 규정된 환경 하에서 일정 시간동안 정의된 기능을 만족스럽게 수행하는 성질로서 정의한다. 그러므로 제품의 신뢰성을 평가하기

1) 산업기술시험원, 서울특별시 구로구 구로3동 222-13

위해서는 기능, 내환경성, 수명이 고려되어야 한다.

계전기에 대한 신뢰성인증은 이와 같은 3가지 항목을 평가하여 신뢰성을 인증하는 체계로 구상하였다. 3가지 항목을 평가하는데 있어서 국내에서만 사용될 수 있는 기준을 만드는 것은 의미가 없으므로 국제적으로 통용될 수 있는 기준이 필요하였고, 이러한 필요에 따라서 국제적으로 현재 사용되고 있는 관련 규격 및 인증체계를 조사한 결과 다음과 같은 인증 체계가 있었다.

기존의 전자부품에 대한 인증제도로서 회원국 간에 통일된 규격과 절차에 의하여 품질인증된 전자부품은 회원국 상호간에 품질 확인을 위한 더 이상의 시험 검사를 하지 않고 국제 무역을 촉진시키자는데 목적을 둔 IEC 전자부품 품질인증제도(IECQ 제도, IEC Quality Assessment System for Electronic Components)가 있는데 이 인증체계에서는 앞에서 언급한 3가지 평가항목 중 기능과 내환경성을 고려하여 부품의 품질을 평가하고 있다[1~6].

또한 신뢰성이 다른 곳보다 더 중요시되는 군용으로 사용되는 전자부품에 있어서 미 국방성에서는 부품의 고장률을 <표 1>과 같이 등급을 나누고, 평가하여 등급을 매기어 사용해왔다[7].

<표 1> 고장률 등급

| 고장률 등급 | 고장률 수준(%/1000h) |
|--------|-----------------|
| M | 1.0 |
| P | 0.1 |
| R | 0.01 |
| S | 0.001 |
| T | 0.0001 |

본 논문에서 제시한 계전기의 신뢰성인증 체계는 IECQ제도의 기능과 내환경성에 대한 평가 방법과 MIL-STD-690의 고장률(수명)에 대한 평가방법을 이용하여 개발하였다. 그래서 계전기의 신뢰성인증 체계는 크게 품질인증시험과 고장률인증시험 2부분으로 나누어지고, 품질인증시험에서는 기능과 내환경성을 평가하고, 고장률인증시험에서는 고장률을 평가한다.

III. 품질인증시험

계전기의 신뢰성인증 체계에 있어서 품질인증시험은 계전기의 기능 및 내환경성을 평가하기 위하여 <표 2>와 같이 평가항목을 10 그룹으로 나누어 실시한다.

<표 2> 품질인증시험 항목

| 그룹 | 시험 항목 | 시료수 | 허용 불량수 |
|------|-------------|-----|--------|
| 그룹 0 | 육안검사 | 95 | 0 |
| | 코일저항 | | |
| | 절연저항 | | |
| | 내전압시험 | | |
| | 접촉저항 | | |
| | 기능시험 | | |
| | 타이밍시험 | | |
| | 기밀성시험(선택) | | |
| 그룹 1 | 치수 측정 | 10 | 0 |
| | 납땀성 | | |
| 그룹 2 | 무게 | 5 | 0 |
| | 단자강도 | | |
| | 열저항 | | |
| 그룹 3 | 임펄스 전압 시험 | 5 | 0 |
| | 화재위험 | | |
| 그룹 4 | 기후변화시험 | 10 | 0 |
| | 납땀내열성 | | |
| | 내용제성 | | |
| 그룹 5 | 내습성, 정상상태 | 10 | 0 |
| 그룹 6 | 소음시험(선택) | 10 | 0 |
| | 전자기적 간섭(선택) | | |
| | 충격시험 | | |
| | 진동시험 | | |
| | 급격한 온도변화시험 | | |
| | 기밀성시험 | 20 | 0 |
| 그룹 7 | 기계적 수명 | 10 | 1 |
| 그룹 8 | 열 내구성 | 20 | 0 |
| 그룹 9 | 과부하(접점 회로) | 5 | 0 |

그룹 0에서는 계전기의 주요 성능을 평가하기 위하여 시험하는 항목을 선택한 것으로 비파괴시험이며, 시험하는 시료는 모두 그룹 0 시험항목을 거친다. 그룹 0 시험항목을 거친 시험품들은 나뉘어져 각 그룹의 시험을 받게 된다. 그룹 1에서는 계전기의 외형 치수를 측정하고, 납땀의 용이성을 평가한다. 그룹 2에서는 계전기의 무게를 측정하고, 단자 강도를 측정하며, 계전기 코일에서 발생하는 열을 측정한다. 그룹 3에서는 외부에서 유입되는 서지에 대한 내성을 평가하는 임펄스 전압시험을 실시하고, 난연성을 평가한다. 그룹 4에서는 고온시험, 온습도싸이클시험, 저온시험으로 구성되는 기후변화시험을 실시하고, 납땀을 할 때 발생하는 고온에 대한 내성을 평가하며, 계전기

케이스(case) 표면에 표시한 마킹(marking)의 초음파 세정에 대한 내성을 평가한다. 그룹 5에서는 습도에 대한 내성을 평가하는 내습성시험을 실시한다. 그룹 6에서는 그룹 6에 할당된 20개의 시험품을 10개씩 2그룹으로 나누어 한 그룹은 계전기가 동작을 할 때 발생하는 소리의 크기(소음 시험)와 외부의 잡음(noise)에 의한 오동작 여부(전자기적 간섭), 충격에 대한 내성(충격 시험), 진동에 대한 내성(진동 시험)을 평가하고, 다른 한 그룹은 급격한 온도변화에 대한 내성을 평가한다. 이와 같은 평가를 마친 두 그룹의 시험품들은 모두 케이스의 밀폐성을 평가받는다. 그룹 7에서는 부하를 인가하지 않은 상태에서 계전기의 기계적 반복 동작에 의한 피로 현상을 평가하고, 그룹 8에서는 열에 의한 열화현상을 평가한다. 마지막으로 그룹 9에서는 과부하가 발생되었을 때의 영향을 평가한다.

IV. 고장률인증시험

계전기의 기능 및 내환경성을 평가하기 위한 품질인증시험과는 별도로 계전기의 고장률(수명)을 평가하기 위하여 고장률인증시험을 실시하는데, 고장률인증시험은 먼저 시험품의 고장률 수준을 설정하고, 시험품이 설정한 고장률 수준을 만족하는지 여부를 LTR보증방식에 의하여 평가한다. 즉, n 개의 시험품을 T 시간(또는 회수) 시험하여 고장이 합격판정개수 c 개 이하로 발생하면 신뢰수준 $(1-\beta)\%$ 에서 시험품이 설정한 고장률 수준을 만족한다고 평가한다[7]. 이 때, 시료수 n 은 (1)식에 의하여 결정한다.

$$n \geq \chi^2(\beta, 2c+2) / 2\lambda T \quad (1)$$

단, λ 는 미리 설정한 고장률 수준이다.

본 논문에서 언급하고 있는 계전기는 고장률 수준을 <표 3>과 같이 구분하였다.

<표 3> 계전기의 고장률 수준

| 구분 | 고장률 수준(%/전기적 내구성 수명(회))* |
|----|--------------------------|
| F1 | 5 |
| F2 | 1 |

* 고장률 수준의 단위는 제조업체에서 제시하는 시험품의 전기적 내구성 수명에 따라서 결정한다. 즉, 전기적 내구성 수명이 10^5 회인 계전기의 경우 단위는 $\%/10^5$ 회, 10^6 회인 경우 $\%/10^6$ 회와 같은 식으로 결정한다.

시험회수는 제조업체에서 제시한 전기적 내구성 수명(회수)으로 결정하며, 신뢰수준 60%에서 합격판정개수가 0과 1일 때 시료수는 (1)식을 이용하여 <표 4>와 같이 정해진다.

<표 4> 시료수

| 구분 | 고장률 수준 (%/전기적 내구성 수명(회)) | 시료수 | |
|----|-----------------------------|-----|-----|
| | | c=0 | c=1 |
| F1 | 5 | 19 | 41 |
| F2 | 1 | 92 | 203 |

구체적인 고장률시험 절차는 다음과 같다. 먼저 시험 전에 접촉저항과 절연저항을 측정하고, 기능시험과 타이밍시험을 실시하여 정상 여부를 확인한다. 다음에 미리 설정한 고장률 수준과 합격판정기준에 따른 시료수의 시험품을 최대 허용 사용온도에서 정격전압 및 정격전류를 인가하고, 시험단자는 절환 접점(change over contact)을 선택하며 코일에는 정격전압을 인가하여 시험한다. 이 때 시험 중 온/오프(ON/OFF) 동작은 초당 3회로 하며, 온/오프 시간은 동일하게 유지한다. 이와 같은 조건에서 제조업체가 제시한 전기적 내구성 수명(회수)만큼 시험한 후 시험 전과 동일한 방법으로 시험품의 정상 여부를 확인한다.

V. 결론

본 논문에서는 현재 정부의 부품·소재 신뢰성인증 사업의 일환으로 산업기술시험원에서 수행중인 계전기의 신뢰성인증 체계에 대하여 서술하였다. 본 논문에서 제시한 신뢰성인증 체계는 신뢰성을 평가하는데 주요한 평가항목인 기능, 내환경성, 고장률(수명)에 대하여 기능 및 내환경성의 평가는 IECQ 제도의 평가방법을 이용하였고, 고장률의 평가는 MIL-STD-690의 평가방법을 이용하였다.

향 후 전자부품의 신뢰성이 향상되어 계속 고장률이 낮아지고 있는 상황에서 더 낮은 고장률 수준을 평가하기 위하여 요구되는 많은 시료수와 긴 시험시간을 어떻게 줄일 수 있을 것인가에 대한 연구와 현실적으로 계전기의 다양한 종류를 종류마다 평가하여 신뢰성을 인증할 수 없으므로 어떻게 효과적으로 그룹을 나누어 인증을 할 것인가에 대한 연구가 더 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] IEC 61811-1(1999), Electromechanical non-specified time all-or-nothing relays of assessed quality, Part 1: Generic specification.
- [2] IEC 61811-50(1997), Electromechanical all-or-nothing relays, Part 50: Sectional specification-Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality.

- [3] IEC 61811-51(1997), Electromecanical all-or-nothing relays, Part 51: Blank detail specification-Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality-Non-standardized types and construction.
- [4] IEC 61811-52(1997), Electromecanical all-or-nothing relays, Part 52: Blank detail specification-Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality-Two change-over contacts, 20 mm × 10 mm base.
- [5] IEC 61811-52(1997), Electromecanical all-or-nothing relays, Part 52: Blank detail specification-Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality-Two change-over contacts, 14 mm × 9 mm base.
- [6] IEC 61811-52(1997), Electromecanical all-or-nothing relays, Part 52: Blank detail specification-Electromechanical all-or-nothing telecom relays of assessed quality-Two change-over contacts, 15 mm × 7,5 mm base.
- [7] MIL-STD-690C, Failure rate sampling plans and procedures.