

일부 전자부품을 중심으로 한 신뢰성 규격의 비교

Comparison of Reliability Prediction Specifications through Some Electronic Parts

전 태 보*
Jeon, Tae-Bo

Abstract

Product reliability plays a significantly important role these days. This study has been performed to examine the widely being used specifications, MIL-HDBK-217 and SR-332 for electronic parts. We specifically selected an electronic ballast of the low wattage fluorescent lamp for the study. We briefly reviewed the reliability specifications with the basic concepts of the ballast. We then valuated failure rates of the parts using MIL-HDBK-217 and SR-332 specifications. Since the quality and environment factor values are subjectively determined for failure rate evaluations, we excluded them for comparison.

키워드 : 신뢰성예측, 고장률, MIL-HDBK-217, SR-332, 안정기
keywords : *reliability prediction, failure rate, MIL-HDBK-217, SR-332, ballast*

1. 서 론

근래 제품의 품질과 신뢰성의 중요성이 매우 강조되고 있다. 특별히 우리생활에 깊이 침투해 있는 전자제품들이 많이 있으며, 이들을 구성하는 부품들의 신뢰성 제고가 무엇보다도 중요하다. 그러나 동일한 부품이라도 그의 제원, 제조여건, 동작 환경 등에 따라 신뢰성 결과가 크게 달라진다.

전기전자분야에 대표적으로 활용되는 신뢰성 규격은 MIL-HDBK-217[2,3,4]과 SR-332[5,6]를 들 수 있다. 본 연구에서는 일부 전자부품들을 대상으로 이들 규격을 이용하여 신뢰성 예측을 수행하고 결과를 비교하고자 한다. 이를 위하여 저출력(low wattage) 형광등용 안정기(ballast)를 대상으로 구성부품들을 고찰한다. 저출력 형광등은 일반 가정,

사무실, 그리고 공장 등에서 그 용도가 매우 넓게 사용되는 방전램프이다. 안정기는 조명기구를 구성하는 핵심요소이며, 많은 노력을 통하여 설계 및 부품 성능상의 큰 진전을 이루고 있다. 그러나, 불행히도, 신뢰성 측면의 연구 결과는 매우 미미하게 발표되고 있다. 이에 대한 고찰은 본 연구 목적상 피하고 자세한 내용은 문헌을 참조할 수 있다[7,8].

연구 수행을 위하여 신뢰성의 예측 모형인 MIL-HDBK-217과 Telcordia SR-332의 주요 내용을 고찰한다. 다음으로, 저출력 형광등용 전자식 안정기(electronic ballast)에 대한 내용을 간단히 고찰한다. 이 과정에서 본 연구에서 고려하고자 하는 부품들을 선정한다. 이제 이들 모형을 중심으로 선정된 소자들을 대상으로 고장률을 산출하고 결과를 비교한다. 마지막으로, 연구의 결론을 맺는다.

* 강원대학교 산업공학과 교수, 공학박사

2. 신뢰성 규격의 개요

본 절에서는 전기전자 부품들에 있어 세계적으로 가장 많이 활용되는 MIL-HDBK-217과 SR-332에 대하여 간단히 고찰한다.

MIL-HDBK-217은 미 국방성의 전자통신관련 군수산업 제품을 대상으로 제정된 신뢰성 규격이다. 처음 제안된 이래 여러 차례 개정을 거듭하였으며 현재 존재하는 것은 1995년의 version F, notice 2인 MIL-HDBK-217FN2이다. 1995년 이후 추가적인 노력이 이루어지지 않는 관계로 이후의 버전은 존재하지 않지만 세계적으로 전기전자 부품이나 제품 신뢰성의 중심적인 역할을 해오고 있다.

SR-332는 현재 Warburg Pincus and Providence Equity Partners 소유인 Telcordia사의 신뢰성 규격으로, 처음 AT&T의 연구 기관인 Bellcore (Bell Communications Research, Inc.)로 출발하였다. 초기 자신의 신뢰도 예측에 MIL-HDBK-217을 사용했으나, 전문적인 자사의 신뢰성 규격을 위해 MIL-HDBK-217 모형을 수정 및 단순화 한 Bellcore 신뢰성 예측절차를 개발하였다. 이후 Bellcore TR-332 Issue 6까지 여러 차례 수정·보완되었으며, 현재 Telcordia document SR-332, Issue 1 [6]이 사용되고 있다. 많은 민수용 전기부품회사들은 Bellcore/Telcordia 규격서를 자신들의 신뢰성 예측에 적용한다.

이들 양자에 있어 고려되는 부품의 수명은 지수분포(exponential distribution)를 가정하며, 신뢰성 지표는 고장률(failure rate)이나 MTBF (mean time between failures)의 형태로 제공된다. 즉, 임의 고장률(random failure rate)을 가정하며, 고장률은 MIL-HDBK-217의 경우 10^6 (백만) 시간 단위, SR-332의 경우 10^9 (10억) 시간 단위로 사용한다.

각 부품의 고장률 산정에 있어 기본 고장률(basic failure rate)을 정의하고 이에 추가로 제조여건, 사용환경, 그리고 사용중 부품에 인가되는 전기적 부하, 동작 온도, 및 기타 여건 등을 보정팩터(factor)들로 고려한다. 따라서, 특정 부품의 고장률은 기본 고장률에 상술한 팩터 값들을 곱한 형태로 정의된다. MIL-HDBK-217의 경우, 고장률 공식과 적용되는 팩터들은 부품별로 다른 반면, SR-332에서는 모든 경우 동일한 공식하에 품질(quality), 전기적 부하(electrical stress), 동작온도(operating temperature), 환경(environment) 등 4가지 팩터들이 신뢰성 예측에 고려한다. 양자에 있어, 동일 부품에 대해서도 범주 및 타입별로 팩터의 적용 값들은 다르다.

다양한 팩터들 중 양자에 공통적으로 고려되는 4 팩터들은 다음과 같이 요약된다. 첫째, 온도는

전기·전자부품의 신뢰도에 가장 큰 영향을 미치는 요인이다. 온도 조건에 따른 부품의 수명은 아레니우스(Arrhenius) 공식에 기반하며, 온도팩터는 다음 식으로 계산된다.

$$\Pi_T = e^{\frac{E_a}{k}(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_1})}$$

단, T_0 - 기준온도($^{\circ}\text{C}+273$),

T_1 - 실제 동작온도($^{\circ}\text{C}+273$)

E_a - 활성화 에너지(activation energy)

k - 볼츠만 상수 = 8.62×10^{-5}

참고로, 기준온도(T_0)는 MIL-HDBK-217의 경우 25°C , SR-332의 경우 40°C 로 정의된다. 둘째는 전기적 부하(stress) 팩터로 이는 시스템 동작시 해당 부품에 인가되는 전기적 부하가 수명에 미치는 영향을 함수형태로 정량화 한 것이다. 정격부하내에서 온도의 경우와 비슷하게 기준 부하를 중심으로 부하의 증가에 따른 지수적 형태의 증가함수로 정의된다. 셋째는 품질팩터이며 이는 제조시스템화와 관련하여 부품 납품업체(supplier)에 대한 제조상 여건에 따른 품질등급에 따라 고장률에 다른 영향을 미친다는 개념이다. 각 품질등급에 대한 부품 제공자의 품질 개선 활동에 대해서는 독립적인 표로 제공되며, 기본고장률에 대한 곱셈 인자로 활용된다. MIL-HDBK-217에서는 여러 등급이 적용되나, SR-332에서는 4가지가 적용된다. 마지막으로, 환경팩터는 제품 사용시 노출되는 환경조건에 따라 수명이 달라질 수 있으며, MIL-HDBK-217에서는 14가지 분류하에 매우 다양한 팩터 값, SR-332에서는 "Ground Fixed Controlled, Ground Fixed Uncontrolled, Ground Mobile, Airborne Commercial, Space-based Commercial" 등 5가지로 분류하여 1-15까지의 환경팩터 값으로 적용한다.

이상의 팩터들은 모두 부품의 안정상태 고장률(steady-state failure rate)에 영향을 주는 것이다. 안정상태란 부품의 신뢰도가 정착되어 시간에 따라 변동이 없는 상태를 의미하며, 욕조곡선(bath-tub curve) 상의 임의고장률(random failure rate) 기간에 해당된다. 고장률, 욕조곡선, 그리고 수명분포에 대한 개념은 Kececioglu[1]를 참조할 수 있다.

시스템의 고장률 계산은 원칙적으로 부품들의 직렬구조(series structure)를 가정하며 모든 구성 부품들의 고장률 합과 환경팩터의 곱으로 계산한다. 최종적으로, 전체 시스템의 고장률은 부품별 고장률을 계산한 뒤 개별 부품들이 서로 독립임을 가정하여 이들의 합으로 정의한다.

3. 형광등 안정기

형광등은 방전램프로서 전압을 건 상태에서 방전을 시키면 계속 전류가 소요되며 저항이 0에 가깝게 떨어져 궁극적으로 램프가 터지거나 내부의 필라멘트가 타버린다. 고장없이 방전을 유지시키기 위해서 전류의 공급량을 제한하는 것이 바로 안정기이다.

안정기는 크게 자기식 안정기(magnetic ballast)와 전자식 안정기(electronic ballast)로 분류된다. 자기식은 코일을 감은 철심을 사용하는 반면, 전자식 안정기는 코일 대신 반도체 부품과 수동전자부품으로 구성된 전자회로를 사용하여 교류 50Hz/60Hz의 전원을 주파수 변환회로를 이용하여 고주파(20kHz-100kHz)로 변환 후 램프전원으로 사용, 램프를 점화시킨다. 본 연구에서의 고려 대상은 전자식 안정기로 그림 1이 선정된 회로도도 도시한다.

회로 첫 부분은 교류 전원 (AC 60Hz)이 입력부로 퓨즈(fuse)와 전원라인의 서지(surge) 전압 제거를 위한 TNR(transient non-linear resistance)이 연결되어 있다. EMI (electromagnetic interference) filter 회로는 발생하는 전자파 장애를 억제하여 다른 전자기기에 미치는 영향을 최소화한다. 다음은 교류전압을 직류전압으로 변환시키는 정류(rectify) 회로로 4개의 다이오드(diode: D1-D4)로 구성된다. 역률개선(PFC: power factor correction: C2, C3, D7-D9) 회로는 시스템의 입력

전원의 용량성 잡음과 고조파를 감소시켜 시스템 입력 전력의 효율을 향상시킨다.

인버터(inverter)는 DC를 다시 AC로 바꾼다. 즉, 전압을 캐패시터(C)와 코일(L)을 가지고 전하가 충전과 방전을 되풀이하게 만들어 공진하게 해 교류 전압으로 바꾸어주는 것을 말하며, 앞의 경우와 달리 이 인버터의 동작 주파수가 바로 램프에 인가되는 AC 전원의 주파수로 20-60KHz가 된다. 본 연구에서는 트랜스포머(transformer)를 사용하는 자력식(self-oscillation)을 고려하며, 3개의 권선을 하나의 코어에 감아서 1차측, 2차측, 3차측(그림의 L1-L3)으로 만든다. 그리고는 램프로 흐르는 전류를 1차측에 흘리고 이로인해 2, 3차측에 인가되는 전압 및 그로 인해 흐르는 전류를 이용해서 20KHz 이상으로 스위칭한다. 이상의 기능을 위해 전원작동(power on)때 스위치를 위해 펄스(pulse)를 발생시키는 starter 회로, 스위치 on/off를 위한 교대신호를 발생시키는 driver 회로, 직류전기를 다시 40KHz의 교류전기로 복원하는 부분인 인버터 및 공진회로 등으로 구성된다. 편의상 이들을 모두 인버터회로의 범주에 포함시켜 논한다.

이상의 회로도 중심을 안정기를 검토해 볼 때 중요한 전자소자들로 캐패시터, 다이오드, 레지스터, 코일, 트랜지스터, 트랜스포머(transformer) 등이 나열된다. 이들은 안정기 전체의 요구 기능에 따라 적절히 적용되고 있으나 여기서는 이들을 대부분 포함하는 인버터 부분을 중심으로 고려하고자 한다.

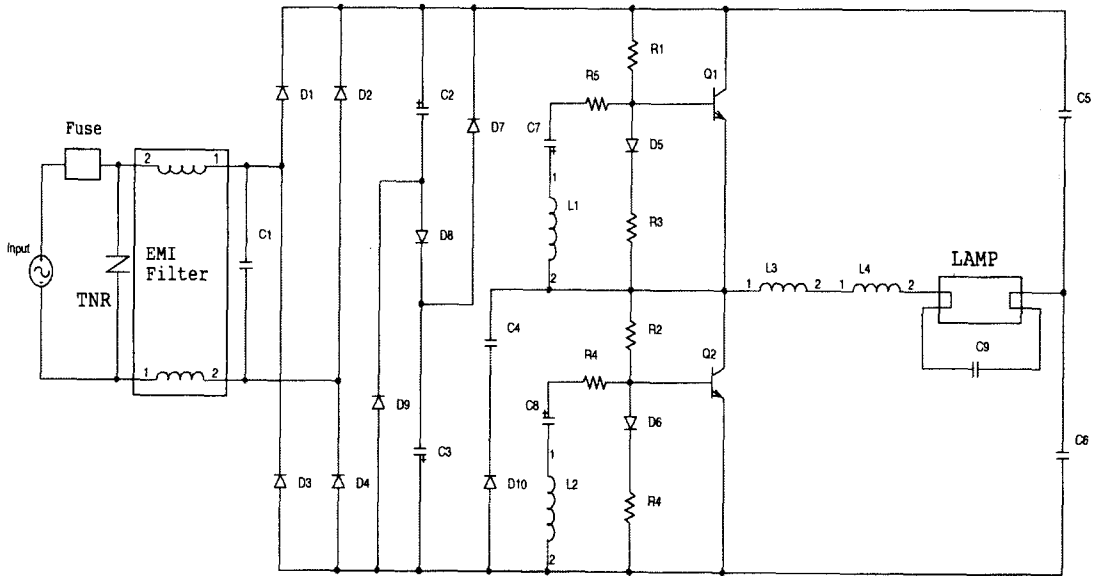


그림 1 전자식 안정기회로

4. 소자들에 대한 고장률 산출

4.1 전체적인 가정

안정기의 동작환경은 가정, 사무실, 공장 등 다양하며 그에 따라 결과 또한 매우 다르게 예측된다. 동시에, 부정저항(negative resistance) 특성으로 인해 접화가 불안정해지거나 그 자체로 램프가 파손될 수 있다. 즉, 램프 접화시 순간적인 필라멘트의 예열과정과 접화시의 매우 높은 부하가 수반되며 이후 정상상태로 지속되다 소등시 다시 높은 전기적인 부하가 수반된다.

본 연구에서 램프는 명시적으로 고려하지 않되 이의 복잡한 전기적 특성 및 이의 영향을 부품에 각각 다르게 정의할 수 있다. 일반적으로, 램프의 변동성이 부품들에 미치는 영향은 안정기 후반부로 갈수록 심해진다. 따라서, 램프를 포함한 주변 요인들의 영향을 환경팩터로 고려하여 적절히 가정하는 것이 가능하다. 품질팩터는 부품들의 제조 과정과 품질관리를 위한 시스템화와 관련을 가진다. 일반적으로, MIL-HDBK-217은 군용부품으로 납품되는 제품 및 품질을 기반으로 정의되었고 이에 따라 매우 높은 품질 수준을 요구한다. 국내의 경우 제조과정 및 품질상의 시스템화가 다소 열악한 중소기업을 가정한 품질수준을 가정함이 가능하다.

MIL-HDBK-217과 SR-332에서는 신뢰성 평가에 환경팩터와 품질팩터의 정의가 요구된다. 그러나 상술한 관점에서 다소 주관적으로 가정해야 하며 이로 인한 차이 또한 크게 나타날 수 있다. 주관적인 평가를 피하기 위하여 본 연구에서는 이 팩터들을 제외하고 객관적인 평가가 가능한 나머지 부분들만으로 비교한다.

4.2 MIL-HDBK-217에 의한 고장률

앞에서 언급한 바와 같이 본 연구에서는 starter 회로, driver 회로, 직류전기를 다시 40KHz의 교류전기로 복원하는 부분인 인버터 및 공진회로 등의 부품들 중 동일한 소자가 반복되는 C5, C6, C9등 캐패시터와 D5, D6 등 다이오드를 제외한 나머지들을 중심으로 고찰한다.

(1) 캐패시터(C4)

캐패시터의 고장률은 전체적으로 다음 공식으로 정의된다.

$$\lambda_p = \lambda_b \Pi_T \Pi_C \Pi_V \Pi_{SR} \Pi_Q \Pi_E$$

단, Π_C - 용량팩터 (capacitance factor)

용량(C)에 따라, $\Pi_C = C^{0.09}$
 또는 $\Pi_C = C^{0.23}$ 로 정의된다.

Π_V - 전압 스트레스 팩터(voltage stress factor)

동작전압 대 정격전압의 비(S)의 함수로 정의된다.

Π_{SR} - 직렬저항 팩터

이는 여러 타입중 탄탈 CSR 타입에만 적용되며 기타는 모두 1 값으로 정의된다.

$\Pi_Q \Pi_E$ - 품질 및 환경 팩터

캐패시터는 본 연구의 안정기와 관련하여 크게 알루미늄 전해 캐패시터와 필름 캐패시터로 분류된다. 이 부품은 필름 캐패시터에 해당되며 세부분류가 CHR(Fixed, Metalized Paper, Paper Plastic Film or Plastic Film Dielectric)으로 용량(C)이 10 μF 이다. 이를 기준으로 각 팩터 값들은 다음과 같다.

- $\lambda_b = 0.00051$ (CHR)
- $\Pi_T = 1.3$ (40°C)
- $\Pi_C = 0.5765$ (C=0.0022 μF ,
 $\Pi_C = 0.0022^{0.09}$)
- $\Pi_V = 1.0668$ (S=220/630 = 0.3492)
- $\Pi_{SR} = 1$ (CHR 경우 1)

(2) 다이오드(D10)

다이오드의 고장률 공식은 다음과 같다.

$$\lambda_p = \lambda_b \Pi_T \Pi_S \Pi_C \Pi_Q \Pi_E$$

단, Π_S - 전기적부하 팩터

(electric stress factor)

Π_C - 접촉부 처리 팩터(contact construction factor)

Π_S 는 전압 스트레스를 반영하는 인가전압 대 정격전압 비 ($\frac{V_{operated}}{V_{rated}}$)의 함수로 이 값이 클수록 큰 스트레스를 갖는다. Π_C 는 접촉부위가 야금적(metallurgically) 또는 비야금적(non-metallurgically) 처리에 따라 각각 1과 2 값을 갖도록 정의된다.

다이오드 소자 D10의 범주는 low frequency이고, 타입은 "general purpose"이다. 이의 고장률은 다음과 같이 계산된다.

- $\lambda_b = 0.0038$ (general purpose)
- $\Pi_T = 1.6$ (40°C)

$$\begin{aligned} \Pi_S &= 0.054 & (V_s = \frac{110}{700} \leq 0.3) \\ \Pi_C &= 1.0 & (\text{Metallurgically bonded}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda_b &= 0.022 & (\text{low power pulse}) \\ \Pi_T &= 1.6 & (60^\circ\text{C}) \end{aligned}$$

(3) 캐패시터(C7, C8)

이들은 알루미늄 전해컨덴서로 discrete 및 고정형(fixed)이며, 타입은 CE(fixed electrolytic)로 분류된다. 이의 용량은 1uF이고 정격전압이 50V이다. 고장률은 다음과 같이 계산된다.

$$\begin{aligned} \lambda_b &= 0.00012 & (\text{CE}) \\ \Pi_T &= 2.9 & (50^\circ\text{C}) \\ \Pi_C &= 1 & (\text{C}=1 \text{ uF}) \\ \Pi_V &= 1.0 & (\text{S}=10/50) \\ \Pi_{SR} &= 1 & (\text{CE 타입의 경우 1}) \end{aligned}$$

(4) 저항(resistor: R1-R6)

Driver 회로에서의 저항 타입은 RL(fixed, film, insulated)이며, 전력 정격 1/4W, 동작전력 0.05-0.1W로 정의된다. 저항의 고장률 공식은 MIL-HDBK-217F까지는 범주별 공식이 달랐으나 FN2에서 다음과 같이 한가지로 다음과 같이 통일되었다.

$$\lambda_p = \lambda_b \Pi_T \Pi_P \Pi_Q \Pi_E$$

단, Π_P - 전력팩터 (power factor)로 소비전력(power dissipation)에 따라 다른 값을 가짐. 즉,

$$\Pi_P = (\text{소비전력})^{0.39}$$

$$\begin{aligned} \lambda_b &= 0.0037 & (\text{Fixed, film, insulated}) \\ \Pi_T &= 1.3 & (50^\circ\text{C}) \\ \Pi_P &= 0.4074 & (\text{소비전력}=0.1\text{W}, \\ & & \Pi_P = 0.1^{0.39}) \\ \Pi_S &= 1.1024 & (\text{S}=0.1/0.25 = 0.4, \\ & & \Pi_S = 0.71e^{1.15}) \end{aligned}$$

(5) 트랜스포머(transformer: L1, L2, L3)

1차, 2차, 3차 코일로 구성되는 트랜스포머의 경우 범주는 inductive device이며, 세부범주는 transformer이다. 타입은 low power pulse (peak power <300W, average. power <5W)이고, 고장률 공식은 코일의 경우와 동일하다. 즉,

$$\lambda_p = \lambda_b \Pi_T \Pi_Q \Pi_E$$

(6) 트랜지스터(Q1, Q2)

반도체 중 트랜지스터는 범주 low frequency, Bipolar로 분류되고, 타입은 NPN 또는 PNP (frequency < 200MHz)이다. 트랜지스터의 고장률 공식은 다음과 같다.

$$\lambda_p = \lambda_b \Pi_T \Pi_A \Pi_R \Pi_S \Pi_Q \Pi_E$$

단, Π_R - power rating factor

$$\Pi_R = 0.43, \quad P_{rated} \leq 0.1$$

$$P_r^{0.43}, \quad P_{rated} > 0.1$$

$$\begin{aligned} \lambda_b &= 0.00074 & (\text{NPN and PNP}) \\ \Pi_T &= 3.3 & (85^\circ\text{C}) \\ \Pi_A &= 0.70 & (\text{switching용}) \\ \Pi_R &= 9.1783 & (P_{rated} = 400 \text{ W}, \\ & & \Pi_R = 400^{0.37}) \\ \Pi_S &= 0.29 & (V_s = 220/400 = 0.55, \\ & & \Pi_S = 0.045e^{3.1 \times V_s}) \end{aligned}$$

(7) 코일(L4)

EMI filter 회로의 코일과 동일하며, 범주는 inductive device, coil이다. 이의 타입은 fixed inductor or choke이다.

$$\begin{aligned} \lambda_b &= 0.000030 & (\text{Fixed inductor or choke}) \\ \Pi_T &= 1.9 & (80^\circ\text{C}) \end{aligned}$$

4.3 SR-332에 의한 소자별 고장률 산출

이제 SR-332를 통하여 비슷한 과정을 반복하자. 이를 위한 부품들 각각에 대한 세부 고찰 및 고장률 계산 과정은 생략하며, 종합적인 분류 및 계산 결과는 표 1과 같이 도시된다. 이 도표에서 λ_G 는 기본 고장률을 나타낸다. p_1 (%)는 정격대비 부품에 인가되는 전기적 부하율을 나타내며, Π_S 는 그로인해 결과되는 전기적 부하팩터 값이다. 비슷하게 온도는 부품의 동작 온도이며 Π_T 는 결과되는 온도팩터 값이다. 마지막으로, 고장률은 품질 및 환경 팩터값을 제외한 이들의 곱으로 10억 시간당 고장발생회수를 나타낸다.

전체 부품들 중 일부 부품들에 대하여 간단히 고찰한다. 저항(R1-R6)은 범주가 고정형(fixed)이고 세부 분류가 1메가 옴(ohm)이하의 Film (carbon oxide)형이며, 동작전력은 약 0.1W이다.

표 1 Inverter 회로 부품별 고장률

설계 번호	범주	세부범주 및 타입	수량	λ_G	P_1 (%)	Π_S	온도 (°C)	Π_T	고장률
C4	Capacitor	Fixed, Paper/Plastic	1	10	35	0.4127	40	1.00	4.127
D10	Diode	Silicon, General Purpose	1	6		0.8155	40	1.00	4.893
C7,C8	Capacitor	Aluminum(Chassis Mounted) <400uf	2	40	20	0.4868	50	1.5825	61.629
R1-R6	Resistor	Fixed, Film(Carbon Oxide)< 1메가옴	6	0.5	40	0.8788	50	1.188	3.132
L1-L3	Inductor Transformer	Pulse High Level	1	19	-	-	60	1.3964	26.532
Q1,Q2	Transistor	Silicon, NPN	2	10		1.0243	85	2.7869	57.092
L4	Inductor Coil	Power Filter	1	19	-	-	80	1.8776	35.674

이의 동작온도는 50°C, 전기적 부하는 40% (=0.1/0.25)로 정의하였다. 코일(L4)은 inductive device (coil)중 power filter로 분류된다. 이의 기본 고장률은 19이고 온도곡선은 3으로 동작온도 80°C를 가정시 온도팩터는 1.8776이다. 전기 부하는 정의되지 않으며 1로 설정된다. 트랜스포머(L1-L3)는 코일과 같이 범주가 inductive device이며 세부 범주가 트랜스포머이다. 이의 동작온도는 60°C를 가정하였다. 트랜지스터(Q1,Q2)는 세부 범주가 실리콘(silicon)으로 6W 이상의 NPN형이다. 이 소자는 다른 부품들에 비하여 전기적 부하 및 동작온도가 매우 높으며, 궁극적으로 안정기의 고장이 가장 많이 유발되는 부품이다. 트랜지스터의 전기적 부하는 전력과 전압의 복합 형태로 정의되며 모두 곡선 E의 형태를 가진다. 이들 각각에 있어 46%(=32/70)와 55%(=220/400)의 인가 부하가 예상되며 부하 팩터 값은 1.0243이다. 동작온도 역시 높은 85°C를 가정하며 m=0.22인 곡선 4로 정의된다. 기타 세부적인 내용은 표에 정의되었다.

표 2는 이들 소자들을 두 신뢰성규격 측면에서 비교한 고장률이다. 편의상 이들을 동일한 시간 단위인 10⁹ 시간을 기준으로 정리하였다. 즉, 캐패시터 C4의 경우 10억 시간당 MIL-HDBK-217은 0.41회, 그리고 SR-332 경우 4.13회의 고장이 발생함을 의미한다. 이 표에서 전반적으로 SR-332의 경우가 고장률이 더 크며 저항과 트랜스포머의 경우만 MIL-HDBK-217이 더 크게 나타남을 알 수 있다. 이는 MIL-HDBK-217을 통하여 신뢰성을 예측할 경우 SR-332 보다 평균수명이 크게 나타남을 반영한다.

본 연구에서의 결과가 두 규격에 있어 일반적인 경향을 제시한다고 볼 수는 없다. 이들 외에 수많은 전자부품들과 시스템 동작환경의 검토하여 일반적인 결과 도출이 가능할 것이다. 그럼에도 불구하고 일부 소자들을 중심으로 고려할 때 MIL-HDBK-217은 주로 군납품을 위한 부품을 대상으로 고려한다는 점에서 이는 어느 정도 예상할 수 있는 결과이다.

표 2 Inverter 회로 부품별 고장률

설계 번호	범주	고장률	
		MIL-HDBK-217	SR-332
C4	Capacitor	0.41	4.13
D10	Diode	0.33	4.89
C7,C8	Capacitor	0.70	61.62
R1-R6	Resistor	12.96	3.13
L1-L3	Inductor Transformer	35.20	26.53
Q1,Q2	Transistor	9.10	57.09
L4	Inductor Coil	0.057	35.67

5. 결 론

본 연구에서는 저출력 형광등용 전자식 안정기 가운데 일부 소자들을 중심으로 세계적 신뢰성 예측 모형인 MIL-HDBK-217과 SR-332를 이용하여 고장률을 산출하였다. 이 과정에서 주관적인 요소인 품질팩터와 환경팩터에 대한 고려는 생략하고 객관적인 비교가 가능한 부분만 고려하였다. 본 연구에서 고려한 소자들을 중심으로 볼때 전체적으로 SR-332가 더 높은 고장률을 제공하나 저항의 경우는 MIL-HDBK-217이 높으며, 트랜스포머의 경우는 비슷하게 나타났다. MIL-HDBK-217과 SR-332는 전기전자 부품의 신뢰성 예측에 있어 세계적으로 근간이 되는 대표적인 모형으로서 이를 통한 예측 또한 기업에 있어서는 제품 품질상의 중요한 기반을 제공한다.

참 고 문 헌

- [1] Keceioglu, D.(1991): *Reliability Engineering Handbook, Volume II*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.
- [2] MIL-HDBK-217F, Military Handbook, Reliability Prediction of Electronic Equipment, Department of Defense, 1991.
- [3] MIL-HDBK-217F Notice 1, Military Handbook, Reliability Prediction of Electronic Equipment, Department of Defense, 1993.
- [4] MIL-HDBK-217F Notice 2, Military Handbook, Reliability Prediction of Electronic Equipment, Department of Defense, 1995.
- [5] Technical Reference, TR-332, Issue 6, Reliability Prediction Procedure for Electronic Equipment, Bellcore, 1997.
- [6] Telcordia Special Report, Reliability Prediction Procedure for Electronic Equipment (document number SR-332, Issue 1), Telcordia Technologies, 2001.
- [7] 전태보, Telcordia를 이용한 형광등용 전자식 안정기의 신뢰성 모형 수립, 2006 한국품질경영학회. 춘계학술대회, 인하대학교, pp. 69-75.
- [8] 전태보, MIL-HDBK-217을 이용한 형광등용 전자식 안정기의 신뢰성 모형, 2006 한국품질경영학회. 추계학술대회, 2006년 11월 17일, 부산 벡스코, pp. 327-332.