

레이더장비에 적용되는 저압전력계통의 서지보호장치 기능개선에 관한 연구

조희진
국방기술품질원 대구센터 1팀

A Study on the Function Improvement of the Surge Protection Device for Radar Control Unit

Hee-Jin Jo

The 1st Team of Deagu Center, Defense Agency for Technology and Quality

요약 본 논문은 레이더장비에 적용되는 저압전력계통의 서지보호장치 기능개선에 관한 연구이다. 레이더장비 초도양산 중 전체 서지보호장치(직류 전원, 교류 전원, 통신선) 중에서 교류 전원 관련 서지보호장치에 대한 규격 강화의 필요성이 확인되었다. 그에 따라 레이더 시스템의 서지보호장치에 대한 사전 품질 확보 목적으로 장비의 안정적 성능 구현 여부 검토 및 기능개선에 대한 연구를 수행하였으며, 연구 결과 기능 및 신뢰성이 강화된 서지보호장치를 레이더 시스템에 적용하여 안정적 저압 서지보호기능을 확보하였다. 본 논문에서는 개발당시 적용된 규격인 IEEE C62.41 Cat B3에서 초도양산시 변경된 KS C IEC61643-11 규격에 따라 서지보호장치의 KS규격에 명시된 요구사항 및 시험방법을 기반으로 한 성능 시험을 하였고, 그 결과 일시적 열안정성(Thermal Stability) 시험에서 서지보호장치가 파괴됨을 확인 하였다. 그 결과에 따른 원인분석 및 개선방안을 도출하였고, 개선된 서지보호장치에 대하여 재시험 결과 성능을 충족하지 못한 열안정성시험에 대한 개선이 되었음을 확인하였다. 또한 개선된 서지보호장치로 인해 레이더 시스템 단위에서의 안정적 동작여부를 확인하기 위하여 체계영향성 확인을 위한 체계 부착시험을 수행하였고, 그 결과 레이더 시스템단위에서 모든 기능이 정상임을 확인하였다.

Abstract The purpose of this study is to propose a useful method of solving the problem of thermal stability in surge protection devices (SPDs). First of all, the existence of the problem in the developed SPDs was confirmed by experiment. After analyzing the problem, a useful method of solving it is proposed and implemented. An experiment is performed to verify the performance of the implemented device. The results of this study are as follows; it is revealed that the problem of the thermal stability results from the varistor, one of the components in the SPD. A varistor with a built-in thermal fuse is applied to the SPD for the purpose of solving the problem. The experimental results confirmed that the thermal stability was improved by replacing the varistor. As a result of this study, the reliability of radar control units is enhanced and the probability of malfunction is reduced.

Keywords : Radar Control Unit, Surge Limiting Voltage test, Surge Protection Device, Thermal Stability, Varistor

1. 서론

유도무기체계의 주요 구성품 중 레이더 시스템은 표적에 대한 교전을 위해 표적 탐지, 추적 및 유도무기를 유도하는 기능을 가진 최첨단 핵심장비이다.

그 구성은 일반적으로 안테나군, 송신세트, 제어기군으로 구성된다. 이 중 제어기군은 레이더 제어 및 부체계 점검/정비 지원 등의 기능을 수행하며 형상 및 구성은 그림 1과 같다.

상기와 같이 레이더의 주요 제어 임무를 수행하는 제

*Corresponding Author : Hee-Jin Jo(Defense Agency for Technology and Quality)

Tel: +82-53-757-3018 email: hjjo@dtq.re.kr

Received March 31, 2016

Revised (1st May 11, 2016, 2nd May 26, 2016)

Accepted June 2, 2016

Published June 30, 2016

어기군에는 낙뢰의 직접 및 간접 영향 또는 기타 과도 전압 등의 서지로부터 장비 보호를 위해 2개의 낙뢰보호 장치가 유니트 내부에 설치되어 있는데 그 형상은 그림 2와 같다.

전원분배장비용 낙뢰보호기는 제어기군에 대한 서지 보호 기능을 수행하고, 예비캐비닛용 낙뢰보호기는 안테나군 및 송신세트에 대한 서지보호 기능을 수행한다.

레이더 초도양산 중 전체 서지보호장치 중에서 교

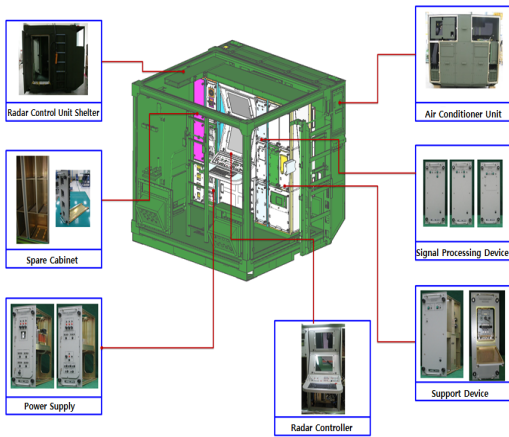


Fig. 1. The figuration and composition of Radar Control Unit

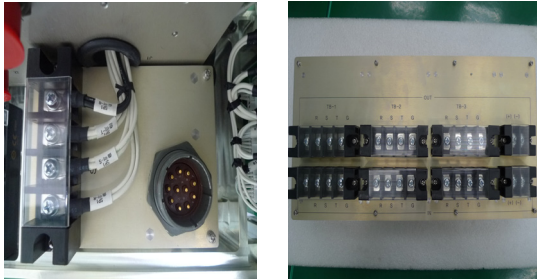


Fig. 2. The figuration of Serge Protection Device

류전원 관련 서지보호장치에 대한 규격 강화의 필요성이 확인되었다. 그에 따라 개발 시 적용되었던 IEEE C62.41 Cat B3 규격이 KS C IEC 61643-11로 변경되었다.

레이더 시스템의 서지보호장치에 대해 사전 품질 확보 목적으로 장비의 안정적 성능 구현 여부 검토 및 기능개선에 대한 연구를 수행하였으며, 그 결과 기능 및 신뢰성이 강화된 서지보호장치를 레이더 시스템에 적용하여 안정적 저압 서지보호기능을 확보하게 되었다.

레이더 시스템의 서지보호장치에 대해 사전 품질 확보 목적으로 장비의 안정적 성능 구현 여부 검토 및 기능개선에 대한 연구를 수행하였으며, 그 결과 기능 및 신뢰성이 강화된 서지보호장치를 레이더 시스템에 적용하여 안정적 저압 서지보호기능을 확보하게 되었다.

본 논문에서는 개발당시 적용된 서지보호장치의 KS 규격에 명시된 요구사항 및 시험방법을 기반으로 한 성능 시험결과를 분석하였고, 점검 결과 성능을 충족하지 못한 열안정성시험에 대한 개선 방안을 제안하였다. 제안된 방안을 적용하여 구현된 장치에 대해 동일한 시험을 수행하였고 그 결과를 고찰하였으며, 성능 개선 장비에 대한 효과성을 고찰하였다.

2. KS규격 요구사항 및 성능 시험결과

기 개발된 서지보호장치에 대한 성능 점검을 위해 기술표준원의 KS규격(KS C IEC 61643-11, 저압 서지보호장치-제11부:저압전력계통의 저압 서지보호장치-요구사항 및 시험방법)을 기반으로 서지제한전압 측정, 저압 TOV(Temporary Overvoltage test Value) 시험 및 열안정성시험을 실시하였으며 각 시험에 대한 내용 및 결과는 다음과 같다 [1].

2.1 서지제한전압시험

서지제한전압시험은 특정 크기의 임펄스 파형을 서지보호장치(Surge Protective Device, SPD)에 가할 때 제품이 서지제한전압 성능을 가지면서 서지 전류에 대한 방전여부를 확인하는 시험이다. 시험은 공인시험기관인 한국전기연구원에 의뢰를 하여 수행하였으며, 시험방법 및 조건은 표 1과 같다. 각 측정 지점의 전압파형을 측정하였다.

시험 결과 그림 4와 같이 3상(R, S, T)과 Ground에 2kV/1kA 인가 시 서지제한전압값이 1.48kV ~ 1.52kV로 설계요구사항(1.55kV 이하)을 만족하였다. 그림 4의 왼쪽 그림은 Positive 극성, 오른쪽은 Negative 극성에 대한 시험 결과이며, 각 그림의 x축은 시간, y축은 서지제한전압값이다. 시험구성 및 시험결과는 그림 3 및 표 2와 같다.

Table 1. Set value per the surge limiting voltage test conditions

Test conditions	Set values
Open-circuit voltage of surge generator	1.2/50us 2kV
Applied current	8/20us 1kA
Output impedance	2Ω
Applied interval	60sec

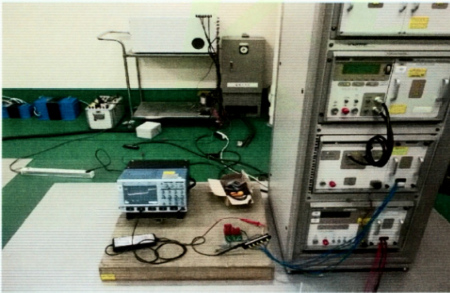


Fig. 3. The composition for the surge limiting voltage test

Table 2. Test results for the surge limiting voltage test

Input		Polarity	Test results (kV)
Line-Ground	R-G	Positive	1.52
		Negative	1.50
	S-G	Positive	1.50
		Negative	1.50
	T-G	Positive	1.48
		Negative	1.50

2.2 저압 일시적 과전압(TOV) 시험

저압 일시적 과전압시험은 TOV(Temporary Overvoltage test Value) 조건의 스트레스를 모의 실험 목적으로 특정 시간동안 서지보호장치에 가한 시험전압값을 인가하여 제품의 파괴 및 발화, 발연 등의 안정성을 확인하는 시험이다. 본 시험 또한 공인시험기관인 한국전기연구원에 의뢰하여 수행하였으며, 시험방법 및 조건은 표 3과 같고, 피시험품의 외형적 손상이 발생하지 않는 것을 정상으로 판정하였다. 시험구성은 그림 5와 같다. 저압 일시적 과전압 시험 결과 피시험품의 외형적 손상이 없었으며 국방규격에 따른 상위 체계 부착시험 결과 정상임을 확인할 수 있었다.

Table 3. Set value per the TOV test conditions

Test conditions	Set values
Reference test voltage (U_{REF})	255V
Temporary overvoltage value(UT) (line-ground)	441.6V
Applied time on UT	5sec
U_{REF} Holding time	15min

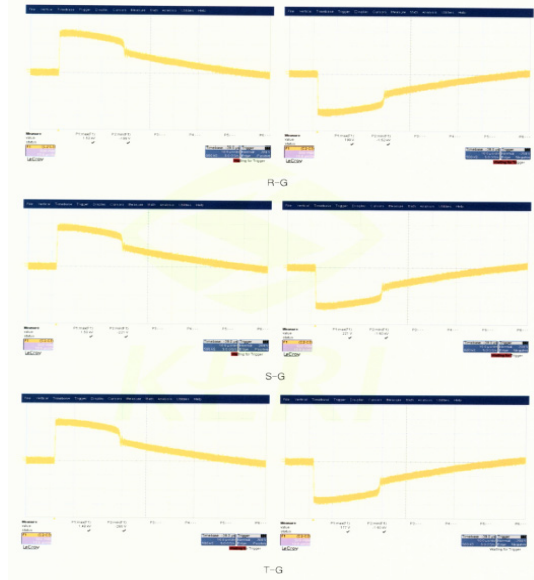


Fig. 4. Measured waveform per input(R-G, S-G, T-G)

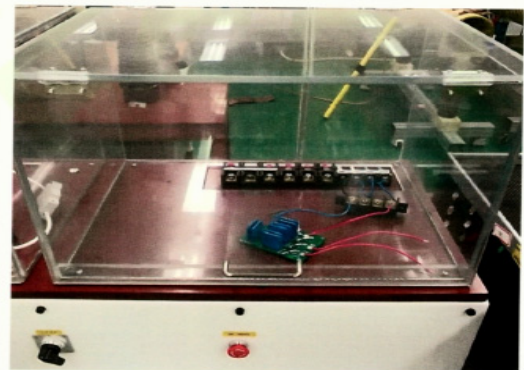


Fig. 5. The composition for the TOV test

2.3 일시적 열안정성(Thermal Stability) 시험

열안정성 시험은 서지보호장치가 온도상승을 유발하는 동작채무시험 이후 지정된 주위 온도조건에서 지정된 최대연속사용전압 인가 시 서지보호장치의 온도가 시간에 따라 감소하게 되면 열적으로 안정적인지를 확인하는

시험이다. 시험 방법에 대한 세부적인 내용은 KS규격 (KS C IEC 61643-11)을 참고한다 [1]. 본 시험 또한 공인기관인 한국전기연구원에 의뢰를 하여 수행하였으며, 시험방법 및 조건은 표 4와 같고, 시험 중 시험품의 폭발이나 불에 탄 흔적이 없는 것을 정상으로 판정하며, 시험 중 시험품이 열화가 시작되어 열안정성을 확보하지 못하게 되면 단로기는 개로 되어야 한다.

표 4의 기준으로 시험한 결과 피시험품은 파괴되었으며, 파손된 전/후 형상은 각각 그림 6, 7과 같다.

해당 시험결과를 통해 현재 서지보호장치는 개선이 필요함이 증명되었고, 미개선 시 야전배치 후 또다른 사고를 야기할 수 있음을 예측할 수 있다.

Table 4. Set value per the thermal stability test conditions

Test conditions	Set values
Initial residual current value	2mA
Residual current value per each step	2mA(residual current) increment per each step
	5%(residual current) increment per each step when residual current reaches 40mA (Holding time : 10 min per each step)

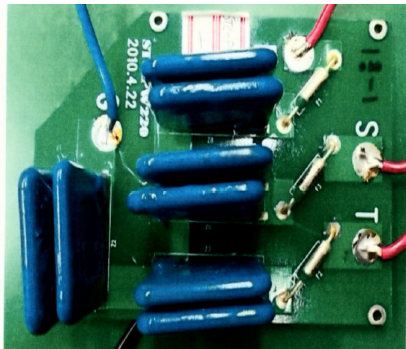


Fig. 6. The figuration of the test object before damage

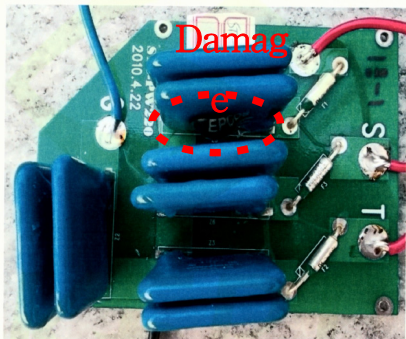


Fig. 7. The figuration of the test object after damage

3. 열안정성시험에 대한 개선방안 도출 및 제한 전압 변경 검토

레이더 시스템용으로 개발된 낙뢰보호기 4종은 모두 IEEE C62.41 Cat B3를 기준으로 개발되었으나, 저압 계통에 연결되는 교류 전원 서지보호장치에 대한 KS 인증규격이 낙뢰보호기 개발 이후에 제정 되었으며, 초도 양산 시 규격강화의 필요성이 확인되어 양산을 위한 최종국방규격에는 개발 시 적용된 IEEE규격이 아닌 KS 인증규격이 채택되었다. 제정된 규격 확인결과 이상 전압 인입 시 제품의 안정성과 관련된 시험 항목이 추가되고 규격 요구조건이 강화되었다. 이에 따른 규격 충족 여부 확인 결과 열안정성 시험 시 시료가 파괴되는 문제점이 발생됨에 따라 교류전원에 대한 제한 전압을 만족하지 못하였다. 그러므로 본 논문에서는 열안정성에 대한 개선 방안을 제안 및 제한전압 변경 여부를 검토하였다.

3.1 제한전압 변경 검토

표 6의 A와 C社의 교류전원 서지보호기는 2개의 바리스터가 직렬로 연결되어 있는데 각 1개의 바리스터 당 730V의 제한전압이 발생하며, 2개의 바리스터가 직렬로 연결되어 제한전압은 1,460V이며 공차 및 오차범위를 감안할 경우 1,700V 이하로 제한전압(Vmax) 변경이 필요하다. 표 6의 B와 D社의 경우 각각 직류전원과 통신선에 연결되어 있는 서지보호기이므로 3상 교류전원대비 상대적으로 낮은 부하가 인가되는 부분이며, 해당 시험 결과 제한전압 변경이 필요 없음을 확인하였다. 표 5는 서지제한전압시험 시 인가되는 전압과 전류의 공차 값을 나타낸다.

- 제한전압 $V = 2 \times 730V = 1,460V$
- 공차 및 오차범위 고려 값 : +20%
- 공차를 고려한 제한전압(Vmax) = 1,700V

Table 5. Tolerance of waveform

Assortment	1.2/50 or 10/700 open-circuit voltage	8/20 or 5/300 short-circuit current	Other waveforms
Amplitude	± 10%	± 10%	± 10%
Phase	± 30%	± 20%	± 30%
Time to half amplitude	± 20%	± 20%	± 20%

Table 6. Standard comparison between stage of development and mass production

Assortment	Standard of development	Standard of mass production	
Applied standard	A (AC)	IEEE C62.41 Cat B3	KS C IEC 61643-11
	B (DC)	IEEE C62.41 Cat B3	IEEE C62.41 Cat B3
	C (AC)	IEEE C62.41 Cat B3	KS C IEC 61643-11
	D (Communication)	IEEE C62.41 Cat B3	IEEE C62.41 Cat B3
V _{max}	AC : 1,550V	AC : 1,700V	
	DC : 450V	DC : 450V	
	Signal line : 800V	Signal line : 800V	

3.2 열안정성에 대한 개선방안 도출

하드웨어 구성품의 열안정성 부족 등에 대해 기능개선 및 보완을 위해 우선 기존 서지보호장치의 문제점을 분석하였다. 기존 제품은 바리스터(Varistor)와 온도 Fuse로 구성이 되어 있으며 서지전압 인가 시 바리스터에서 U_c(clamping) 전압 이상은 흡수되어 몸체에서 열이 나는 구조이며, 온도 Fuse의 반응시간이 느려 Thermal Fuse의 역할을 제대로 하지 못함에 따라 용량 초과의 서지 인가 시 바리스터가 발열 및 발화됨을 확인하였다. 이러한 분석결과를 토대로 서지보호기에 장착되는 바리스터의 기능개선이 필수적으로 요구됨을 알게 되었다. 해당부분의 성능개선을 위해서 서지보호장치 관련 회로도 수정, 추가적인 소자 추가 및 변경 등 다양한 방법을 구현해 봤으나, 레이더 시스템 단위에서의 호환성 및 성능 충족여부 등을 고려한 결과, 열안정성을 만족할 수 있도록 바리스터 내부에 Thermal Fuse 가 내장된 바리스터 제품으로 대체하는 개선방안을 도출하게 되었다.

바리스터 내부의 Thermal Fuse 동작 원리를 살펴 보면 바리스터의 양단에 서지전압이 인가되면 바리스터 사용전압인 275V_{rms}를 초과하는 나머지의 전압은 바리스터를 통하여 전압이 차단되며 해당전류는 열로 발산되고 서지의 인가전압이 바리스터의 용량을 초과할 경우 기존 제품에는 절연이 파괴되어 발연 발화되는 현상이 있으나, 개선된 제품에는 용량 40kA를 초과할 경우 Thermal Fuse가 작동되어 발연 발화되지 않는 원리이다.

표 7과 8에 나타난 개선 전후 바리스터의 주요 성능을 살펴보면 용량 및 사용전압 측면에서는 동등이상이며 동작온도, Insulation Resistance 및 Thermal Fuse 특성

으로 보아 개선 후의 바리스터가 열안정성 측면에서 기능이 개선되었음을 알 수 있다.

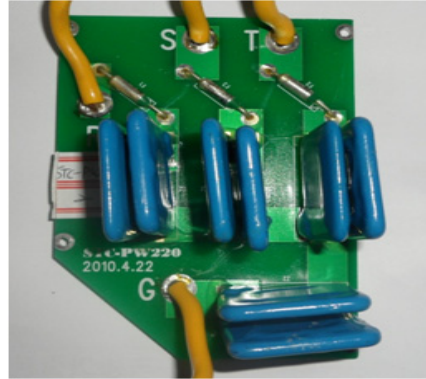


Fig. 8. The figuration of existing varistor

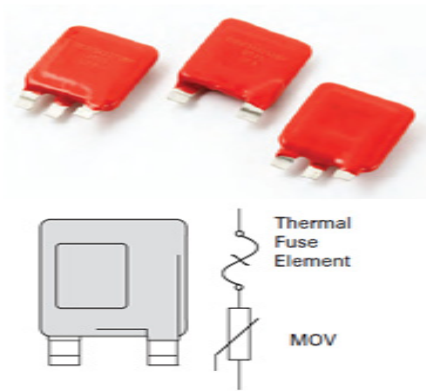


Fig. 9. The figuration of varistor built-in thermal fuse

Table 7. Characteristic comparison between existing varistor(a) and improved varistor(b)

Ordering code	V _v (1 mA) V	ΔV _v (1 mA) %	V _{C,max} (I _c) V	I _c A	C _{np} (1 kHz) pF
Bent strap terminals					
B72240L0131K100	205	±10	340	300	5600
B72240L0141K100	220	±10	365	300	5200
B72240L0151K100	240	±10	395	300	4800
B72240L0231K100	360	±10	595	300	3200
B72240L0251K100	390	±10	650	300	2900
B72240L0271K100	430	±10	710	300	2700
B72240L0321K100	510	±10	840	300	2300
B72240L0381K100	620	±10	1025	300	1900
B72240L0421K100	680	±10	1120	300	1800
B72240L0441K100	715	±10	1180	300	1700
B72240L0461K100	750	±10	1240	300	1600
B72240L0551K100	910	±10	1500	300	1400
B72240L0681K100	1100	±10	1815	300	1100
B72240L0751K100	1200	±10	2000	300	1000

(a)

Part Number	Branding	Maximum Rating (85°C)						Specifications (25°C)		
		Continuous		Transient		Varistor Voltage at 1mA Test Current	Maximum Clamping Voltage at 20A Current (6/20µs)	Typical Capacitance @ 1MHz		
		AC Volts	DC Volts	MCOV Surge Arrestor	Energy 2ms				Peak Current 8 x 20 µs	
		V _{ACmax}	V _{DCmax}	V _{ACmax} 1 x 100µs	W _{2ms} 1 x 100µs	I _{pk} 1 x 100µs	V _{CL} Min	V _{CL} Max	V _C	C
		(V)	(V)	(V)	(J)	(A)	(V)	(V)	(V)	(pF)
TMOV34S11EP	TMOV34S11EP	115	150	98	280	40000	163	202	305	11500
TMOV34S13EP	TMOV34S13EP	130	175	111	310	40000	184	228	345	10000
TMOV34S14EP	TMOV34S14EP	140	188	119	340	40000	198	248	375	9000
TMOV34S15EP	TMOV34S15EP	150	200	128	360	40000	212	268	405	8000
TMOV34S18EP	TMOV34S18EP	180	240	153	400	40000	254	312	488	6800
TMOV34S20EP	TMOV34S20EP	200	265	170	430	40000	283	357	540	6500
TMOV34S25EP	TMOV34S25EP	250	330	213	490	40000	354	429	650	5000
TMOV34S27EP	TMOV34S27EP	275	369	234	550	40000	389	473	730	4500
TMOV34S30EP	TMOV34S30EP	300	400	255	590	40000	433	528	790	4050
TMOV34S32EP	TMOV34S32EP	320	420	272	640	40000	462	561	850	3800
TMOV34S33EP	TMOV34S33EP	330	435	281	650	40000	476	581	855	3700
TMOV34S35EP	TMOV34S35EP	350	460	298	700	40000	505	616	910	3500
TMOV34S39EP	TMOV34S39EP	385	508	327	800	40000	556	678	1005	3300
TMOV34S42EP	TMOV34S42EP	420	560	357	910	40000	610	748	1130	3000
TMOV34S46EP	TMOV34S46EP	460	610	391	960	40000	642	783	1188	2800
TMOV34S48EP	TMOV34S48EP	480	640	408	960	40000	670	825	1240	2700
TMOV34S51EP	TMOV34S51EP	510	675	434	960	40000	735	910	1350	2500
TMOV34S55EP	TMOV34S55EP	550	700	468	960	40000	770	959	1415	2250
TMOV34S57EP	TMOV34S57EP	575	730	489	990	40000	805	1000	1460	2200
TMOV34S62EP	TMOV34S62EP	620	800	527	1010	40000	890	1074	1569	2100
TMOV34S66EP	TMOV34S66EP	660	850	561	1030	40000	940	1160	1720	2000
TMOV34S68EP	TMOV34S68EP	680	890	578	1100	40000	980	1195	1772	1970
TMOV34S75EP	TMOV34S75EP	750	970	638	1200	40000	1080	1320	2000	1800

(b)

Table 8. Performance comparison between existing varistor and improved varistor

Assortment	Existing varistor	Improved varistor
Manufacture	Epcos	Littel fuse
Part name	LS40K275QP	TMOV34S271EP
Operating temperature	-25°C ~ +85°C	-25°C ~ +85°C
Insulation resistance	over 10MΩ	over 10MΩ
Thermal Fuse	X	O
Capacity	40kA	40kA
Operating voltage	275Vrms	275Vrms

4. 개선 후 시험 수행 및 결과 분석

개선된 바리스터를 적용한 서지보호장치에 대하여 기술표준원의 KS규격(KS C IEC 61643-11, 저압 서지보호장치-제11부:저압전력계통의 저압 서지보호장치-요구사항 및 시험방법)에 따라 서지제한전압, 저압 TOV, 열안정성시험 등을 재실시하였으며 해당 시험에 대한 시험내용 및 결과는 다음과 같다.

4.1 서지제한전압시험

서지제한전압시험은 특정 크기의 임펄스 파형을 서지보호장치(Surge Protective Device, SPD)에 가할 때 제품이 서지제한전압 성능을 가지면서 서지 전류에 대한 방전여부를 확인하는 시험이다. 개선된 바리스터에 대하여 2kV/1kA의 조건과 6kV/3kA의 조건 모두에 대하여

시험을 진행하였다. 기 적용된 시험방법 및 조건(2kV/1kA)은 표1과 같으며, 성능 개선여부 확인을 위해 더욱 가혹한 시험방법 및 조건(6kV/3kA)은 표9와 같다.

시험 결과 표 10과 같이 2kV/1kA 및 6kV/3kA 인가시 서지제한전압값이 각각 1.41kV ~ 1.46kV, 1.55kV ~ 1.57kV로 설계요구사항을 만족하였으며 2kV/1kA 시험의 경우 개선 전 보다 개선 후의 결과가 조금더 안정적인 결과값을 얻을 수 있음을 확인할 수 있다. 또한 기존 시험방법 대비 2배 가혹한 환경조건의 시험에서도 안정적인 결과를 확인할 수 있다. 시험결과 및 측정파형은 각각 표 10 및 그림 10과 같다. 그림 10은 6kV/3kA 조건에서의 결과 파형이다. 그림 10의 왼쪽그림은 Positive 극성, 오른쪽은 Negative 극성에 대한 시험 결과이며, 각 그림의 x축은 시간, y축은 서지제한전압값이다.

Table 9. Set value per the surge limiting voltage test conditions

Test conditions	Set values
Open-circuit voltage of surge generator	1.2/50us 6kV
Applied current	8/20us 3kA
Output impedance	2Ω
Applied interval	60sec

Table 10. Test results for the surge limiting voltage test

Assortment	Input	Polarity	Test results (kV)	
2kV/1kA	Line-Ground	R-G	Positive	1.44
			Negative	1.44
		S-G	Positive	1.41
			Negative	1.46
	T-G	Positive	1.46	
		Negative	1.44	
6kV/3kA	Line-Ground	R-G	Positive	1.57
			Negative	1.57
		S-G	Positive	1.55
			Negative	1.55
	T-G	Positive	1.57	
		Negative	1.57	



Fig. 10. Measured waveform per input(R-G, S-G, T-G)

4.2 저압 일시적 과전압(TOV) 시험

저압 일시적 과전압시험은 TOV(Temporary Overvoltage test Value) 조건의 스트레스를 모의 실험 목적으로 특정 시간동안 서지보호장치에 가한 시험전압값을 인가하여 제품의 파괴 및 발화, 발연 등의 안정성을 확인하는 시험이다. 본 시험 또한 공인시험기관인 한국전기연구원에 의뢰하여 수행하였으며, 시험방법 및 조건은 앞에서 언급한 표3과 같고, 피시험품의 외형적 손상이 발생하지 않는 것을 정상으로 판정하였다.

표 3의 조건을 기준으로 시험한 결과 피시험품이 이상이 없음을 확인하였으며, 추가 확인사항으로 국방규격에 따른 상위 체계 부착시험 결과 정상임을 확인할 수 있었다.

4.3 열안정성(Thermal Stability) 시험

개선된 바리스터를 적용한 서지보호장치에 대하여 표 4의 기준으로 시험한 결과 개선 전과 달리 피시험품은 시험전과 비교하였을 때 정상 기능을 유지함을 확인(그림 11)하였다.

위의 시험결과를 통해 Thermal Fuse가 내장된 바리스터를 낙뢰보호장치에 적용한 결과 열안정성 부족에 따른 서지보호기능상의 문제점이 보완되었음을 확인하였다.

5. 고찰

레이더 시스템의 서지보호장치의 안정적 성능 구현 여부 검토 및 기능개선을 위해 본 연구를 수행한 결과 기능 및 신뢰성이 강화된 서지보호장치를 레이더 시스템에 적용할 수 있게 되었으며, 특히 기존 열안정성 부족에 따른 서지보호기능상의 문제점이 보완되었음을 확인하였다. 그리고 이번 개선내용으로 인해 체계영향성 검토를 위해 레이더 시스템 단위에서의 각종 시험(운용 온도, EMI/EMC 등) 결과 이상 없음을 확인하였다.

또한 개선된 낙뢰보호장치 적용으로 인한 소요군의 장비 운용 및 정비 측면에서의 효과 분석을 위해 개선 전/후 고장률 및 MTBF(Mean Time Between Failure)를 비교하였으며, 그 결과는 표 11과 같다. 표 11에서 알 수 있듯이 기존 대비 개선된 장비는 고장률이 하락하였으며, MTBF 또한 상승하여 정비 소요로 인한 비용을 절감할 수 있음을 알 수 있다.

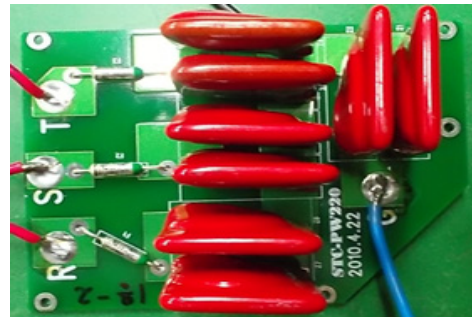


Fig. 11. The figuration of the surge protection device after test

Table 11. Failure rate and MTBF comparison between existing varistor and improved varistor

Assortment	Existing varistor	Improved varistor	Remarks
Manufacture	Epcos	Littel fuse	-
Part name	LS40K275QP	TMOV34S271EP	-
Failure rate	-25℃ ~+85℃	-25℃ ~+85℃	Failure rate drops
MTBF	275Vrms	275Vrms	MTBF rises

6. 결론

레이더 시스템에 적용되는 낙뢰보호장치는 레이더가

제 기능을 수행 과정에서 낙뢰의 직/간접적인 영향 및 기타 과도 전압 등의 서지로부터 장비를 보호하는 필수 구성품이다. 외부에 항상 노출되는 운용환경을 고려할 때 설계단계부터 외부 환경에 강인하게 설계되어야 한다. 본 논문에서는 레이더 시스템의 운용환경 조건을 고려하여 낙뢰보호장치의 열안정성 및 서지제한전압, 일시적 과전압에 대해 안정적으로 운용 유지할 수 있는 개선 방안을 제안하고 개선 방안을 적용한 장치를 구현하여 성능을 확인하였다. 시험 결과 개선 전과 비교하여 열안정성 측면에서 우수한 성능을 보유했음을 확인하였고, 이를 통해 안정적인 레이더 운용을 할 수 있을 것으로 기대된다.

조 희 진(Hee-Jin Jo)

[정회원]



- 2013년 2월 : 포항공과대학교 전자과 (전자공학석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

<관심분야>
전자회로, 신호처리

References

- [1] "Low-voltage surge protective devices-Part11 : Surge protective devices connected to low-voltage power systems-Requirements and test methods" Korean Agency for Technology and Standards, KS C IEC 61643-11, 2012.
- [2] Tae-Hun Jeong, "Development of Thermal Runaway Preventing Varistor to Improve the Reliability and Safety of Surge Protective Device" Thesis for a degree of Soongsil University, 2010.
- [3] Jang-Hwan Choe, "A Study on the Application of surge Protective Devices in Low Voltage System" Thesis for a degree of Incheon National University, 2013.
- [4] Ki-Hong Lee, "Selecting and Applying of Surge Protection Device", The Proceedings of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, pp. 56-59, v.5, no.26, 2012.
- [5] Bok-Hee Lee, Kyoung-Ok Lee, Chang-Hwan Ahn, Seung-Chil Lee, Jung-Wung Park, "Surge Protective Device Combined with Varistor and LC Filter on AC Power Circuits", The Proceedings of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, pp. 109-116, v.4, no.11, 1997.
- [6] Oun-Seok Kim, Byung-Rak Park, Jae-Chul Kim, Sang-yun Yun, "Technology of Surge Protective Devices used in Low-voltage Power Circuits", The Korean Institute of Electrical Engineers, pp. 527-529, 2002.