일점접지방식을 이용한 전자교환기 방호의 실제

김 수 형° 서 정 욱°
한국전기통신공사

Engineering Practice for ESS Protection by means of One Point Grounding System

Soo Hyung Kim Jung Uck Seo
Korea Telecommunication Authority

(Abstract)

This paper is to demonstrate the effectiveness of one point grounding in support of ESS protection. One point grounding provides for the dispatching of excess energy for protection of switching equipment and personnel from lightning discharge hazards and for a natural sink for noise from atmospheric lightning and power transients.

In most ESS installations there are a number of different items that must be maintained at a common ground potential for safety, fault protection or noise reduction. The items typically consist of power systems, heating and ventilating systems, distributing frames, repeating equipmets, switching equipments, etc.

Grounding system of an ESS Office is most effective when all the ground points are connected to a single, common earth. The one point grounding prvides a common reference potential, keeping all the items of telecommunications facility free from the earth current and voltage hazards.

1. 서 론

기계식 자동교환의 운용에서는 문제가 되지 않던 多接点접지방식이 반도체 고집적회로가 많이 사용되는 전자교환기가 대량 공급되면서 낙뢰피해와 정전기로 인한 잡음발생에 비효과적인 방식이 되었다.

多接点접지구성으로 인한 대지에 대한 전위의 불평형과 장비와 대지간의 높은 접지저항이 서어지방호에 미치는 나쁜 영향을 개선하기 위해 새로운 방식의 일점접지구성과 현행 접지저항기준의 강화에 대한 필요성을 실험을 통해 고찰하고자 한다.

2. 국사접지 목적

교환기 및 그 주변장치를 보호하기 위한 접지시스템의 설치목적은 다음과 같다.

o 과도전류, 과도전압, 逆流에 대한 방전로 제공으로 인명 및 장비 보호
o 정전기 유발 잡음
o 기기가 및 함체내의 고주파전위 제거
o 교환기의 동작에 필요한 기준전위 제공

3. 접지방식

가. 현행 접지방식

낙뢰 또는 강전류 전선과의 混觸등에 의하여 과전류 또는 과전압이 유입될 우려가 있는 전기통신설비는 이를 차단 또는 방전시키거나 제한하기 위해 100회선 이하의 경우 100옴 이하, 101회선 이상의 경우 10옴 이하의 접지저항을 갖는 地中導体(보안용접지)를 매설하여 MDF, 지지물, 단자함등과 접속하고 자동교환설비용 통신용접지와 離隔시켜야 한다[1].

한편, 자동교환설비의 통신용접지는 시설별 회선용량에 따라 다음 각 호와 같은 접지저항기준을 만족하여야 한다[2].

o 500회선 이하: 10옴 이하
o 501~5,000회선: 5옴 이하
o 5,001~10,000회선: 2옴 이하
o 10,000회선 이상: 1옴 이하

나. 현행 접지방식의 문제

교환기에 극심한 피해를 입히는 雷서어지는 대부분 가입자선로 및 중계선로를 타고 교환기로 침입한다. 특히 농어촌지역의 가입전화는 원거리를 거미줄처럼 길게 벋어나간 가공선로가 雷서어지를 교환기로 불러들이는 안테나 역할을 한다. 따라서 교환기를 낙뢰로부터 보호하는 가장 좋은 방법은 가공선로 및 지하선로의 접지를 보강하여 선로를 타고 교환기로 침입하는 雷서어지를 가급적 외부에서 차단하고 잔류서어지는 선로의 최종단인 MDF에서 대지로 유출시켜야 한다.

그러나 현재의 접지체계는 MDF가 접속되어 있는 보안용 접지와 교환기가 접속되어 있는 통신용 접지가 분리되어 있는 다점접지방식으로서 보안용접지저항이 통신용접지저항보다 클 뿐만아니라 방전관(Gas Tube)의 접지가 MDF의 철가를 통해 접지반에 접속되어 있어서 방전관과 대지사이의 접지저항이 높아져 선로를 타고 들어오는 雷서어지가 MDF에서 대지로 유출되지 않고 교환기로 침입하여 치명적인 영향을 미친다.

다. 신규접지 방식

교환기로 침입하는 과전류 또는 과전압을 대지로 방전시킴으로써 잡음발생을 줄이고 인명 및 교환기를 보호하기 위해 교환기 및 그 부대장비를 주접지반에 모두 직접 접속시켜야 한다. 이와같은 일점접지구성(One Point Earth Connection) 방식은 地전류 및 전위와 상관없이 교환기와 그 부대장비가 항상 等電位를 이루게함으로써 낙뢰방호 및 잡음발생 억제에 효과적이다.

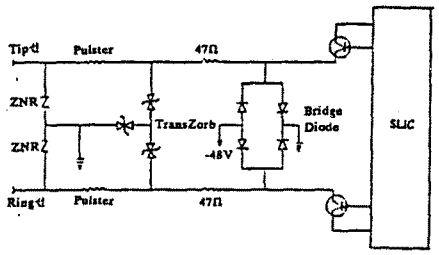
특히 고주파에서는 접지선의 인덕턴스에 의해 접지임피던스가 커지기 때문에 가급적 접지선은 직선으로 짧게 포설하고 충분히 굵은선(325㎟)을 사용함으로써 접지저항을 줄여야 한다[3].

4. MDF접지와 통신용접지의 직접접속에 따른 雷서어지 방호효과에 대한 실험

MDF접지와 통신용접지를 분리했을 경우와 직접접속했을 경우에 雷서어지가 교환기에 미치는 영향은 큰 차이가 있다. 각각의 경우 시스템에 미치는 영향을 TDX-1A를 이용하여 실험하고 그 결과 직접접속을 해야만 하는 당위성에 대해 논하고자 한다.

가. TDX-1A 雷서어지 방호회로 구조

일반적으로 전자교환기는 雷서어지의 침입을 막기 위해 서어지耐力을 높이는 방전관과 고속응답특성을 가진 비선형소자를 조합시켜 구성하고 있다. 선로를 타고 교환기로 침입하는 서어지전압 및 서어지전류는 방전형 방호소자인 방전관과 히트코일에 의해 교환기의 전단인 MDF에서 억제된다. 그러나 서어지전압의 빠른 상승시간에 비해 상대적으로 반응속도가 느린 방전관의 아크방전이 개시될 때까지 넘어들어오는 잔류서어지의 침입을 막기위해 TDX-1A는 ZNR과 펄스타로 1차 방호단을 만들고, 다시 특수 제너다이오드의 일종인 TransZorb와 저항으로 2차 방호단을 설치하고, 최종적으로 브리지다이오드로 3차 방호단을 구축하는 그림1과 같은 多段방호구조로 되어 있다.



<그림1> TDX-1A 雷 서어지 방호회로도

나. 雷서어지 모델링

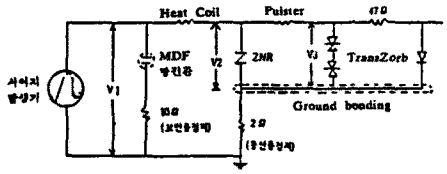
고주파성분의 대진폭신호인 雷서어지를 모델링한다는 것은 매우 어려운 일이다. 그러나 교환기로 침입하는 雷서어지 방호체계를 설계하기 위해서는 정확한 모델링이 필요하다. 앞으로 우리나라의 특성에 맞는 雷서어지 모델링을 위해 상당한 연구 및 실험이 이루어져야할 것이다. 참고로 일본의 NTT가 D70형 전전자교환기 개발실험을 통해 설정한 雷서어지의 모델은 다음과 같다[4].

- o 최대전압: 15KV
- o 내부저항: 100옴
- o 최대파고 상승시간: 10μS
- o 최대파고의 1/2로 하강하는 시간: 1,000μS

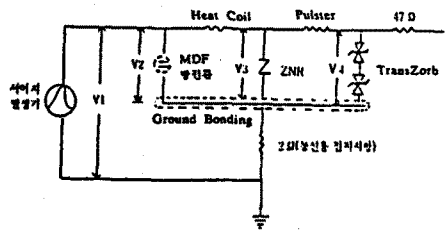
다. 실험회로 구성 및 방법

국내의 실정에 맞는 雷서어지 모델을 적용하여 실험을 해야하나 아직 우리의 실정에 맞는 모델링이 이루어지지 않아 불가능할 뿐만아니라 일본이 설정한 모델의 적용도 현재로서는 시험장비의 미비로 불가능한 실정이다. 따라서 15KV의 서어지전압 대신 1KV에서 10KV 까지의 서어지전압을 인가하면서 실험을 하였으며 여기서는 지면관계로 2KV에 대한 실험결과만을 소개한다.

본 실험을 위한 구성도는 그림2, 그림3과 같다.



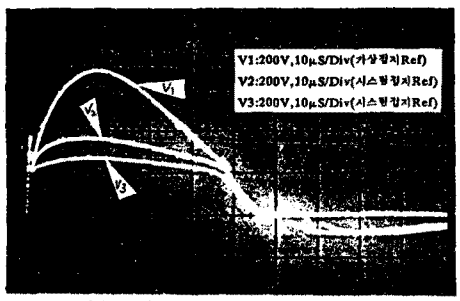
<그림2> MDF용 접지와 통신용 접지의 분리 구성



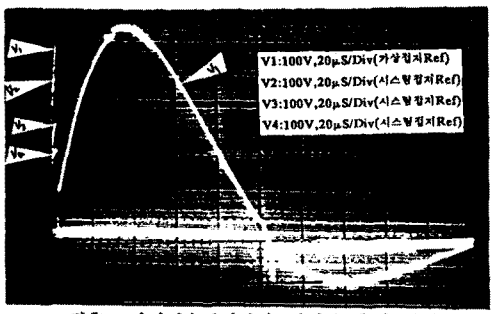
<그림3> MDF용 접지와 통신용 접지의 직접접속 구성

라. 雷서어지 측정파형

서어지발생기에 의해 MDF로 유입된 서어지는 방전관내의 기체의 電離가 성장하여 아크방전을 개시할 때까지는 전압이 상승하다가 방전을 개시하면 급격히 떨어진다. MDF접지와 통신용접지를 분리했을 경우에는 방전개시후 교환기로 유입되는 서어지가 다시 급증하는 것을 그림4에서 볼 수 있으나 직접접속했을 경우에는 가입자 회로팩내의 ZNR과 TransZorb에 걸리는 雷서어지는 거의 무시할 정도로 적은 것을 그림5에서 볼 수 있다.



<그림4> 분리구성시의 서어지 측정 파형



<그림5> 직접접속구성시의 서어지 측정 파형

마. 실험 결과

본 실험을 통해 MDF접지와 통신용접지를 분리시켰을 경우 최대파고 상승시간인 15μS 후에 V1, V2, V3의 각 단에 걸리는 서어지전압은 700V, 350V, 270V이었으나 직접접속했을 경우에는 서어지 입력단에서만 510V로 상승했을 뿐 나머지 각 단에서는 서어지 침입순간의 임펄스성 충격전압 이외에는 거의 무시할 정도의 서어지가 걸리는 것을 확인하였다.

실제로 미국의 AT&T사와 GTE사가 교환국사에 일점접지구성방식을 사용하고 있으며[5][6], 일본의 NTT도 종래의 기계식 및 에닐로그 전자교환기에서는 MDF접지와 통신용접지를 분리구성하였으나 D70형 전전자교환기를 실용화하면서 상당한 연구와 실험을 통해 MDF접지와 통신용접지를 직접접속하는 것은 물론 그 밖의 교환기 부대장비도 모두 직접접속하여야 한다는 실험결과를 발표한 바 있다[4].

이 실험결과에 따르면 MDF접지와 통신용접지를 직접접속했을 경우 잡음발생 시간율은 10~10(잡음레벨 -11dBV~ -5dBV) 정도 개선되었으며 통신용접지와 MDF접지는 물론 그 밖에 교환국사내의 모든 접지를 하나의 접지반에 직접접속하는 일점접지구성을 한 결과 잡음발생 억제효과가 이 보다 훨씬 크다는 것을 밝히고 있다[4].

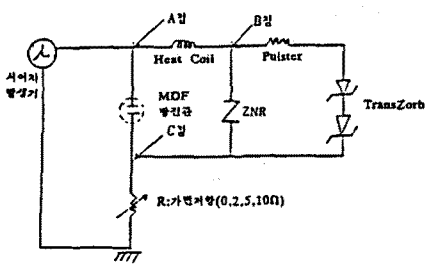
5. 통신용 접지저항치 개선의 필요성

현행 통신용 접지저항치는 기계식교환기를 위해 설정된 것으로서 반도체 고집적회로가 많이 사용되고 있는 전자교환기가 전체시설의 70%를 넘어선 지금까지 그대로 사용되고 있다.

따라서 현재의 통신용접지저항 기준이 안고 있는 문제를 제기하고 그에 대한 개선책을 제시하기 위해 낙뢰에 의한 서어지전압이 교환기에 미치는 영향을 실험을 통하여 고찰하였다.

가. 실험회로 구성 및 방법

그림6과 같이 실험회로를 구성하여 10×200μS 파



<그림6> 실험회로 구성

형의 ±1 KV 및 ±2 KV의 서어지 전압을 각각 인가하고 시스템의 접지저항 R을 0, 2, 5, 10옴으로 가변시키면서 각 테스트 포인트의 전압파형을 측정하였다.

나. 실험 결과

침입 서어지전압이 클수록 1차 및 2차 보호소자의 동작개시전압이 상승하며 통신용 접지저항이 클수록 서어지 침입시 시스템의 접지전위가 상승되어 1차 및 2차 보호소자의 방전개시후에 시스템에 미치는 영향이 크게 나타나는 것을 표1에서 보여주고 있다.

따라서 통신용 접지저항을 최소 1옴이하로 줄임으로써 동작이 민감한 고집적회로가 대량으로 사용되는 전자교환기를 낙뢰로 부터 보호하고 잡음발생을 줄일 수 있을 것이다.

<표1> 통신용접지저항 변경에 따른 전압변동 데이터

서어지전압 (KV)	구분	접지저항	방전개시전압(V)			30 μS 후 전압			비고
		Ω	VA	VB	VC	VA	VB	VC	
1	(+)	0	370	280	20	20	20	0	
		2	400	340	60	150	150	120	
		5	360	400	100	430	420	400	
		10	540	500	180	640	600	580	
	(-)	0	420	310	0	10	5	0	
		2	590	410	100	220	240	200	
		5	520	480	180	400	390	380	
		10	680	620	180	600	600	570	
2	(+)	0	420	320	100	50	50	5	
		2	500	420	220	320	310	230	
		5	520	520	140	810	800	780	
		10	640	610	300	1210	1160	1140	
	(-)	0	410	330	80	20	20	0	
		2	520	450	280	440	430	400	
		5	880	500	300	820	780	760	
		10	1320	800	640	1200	1160	1120	

6. Negative 서어지 개선방안

TDX-1A는 MDF의 방전관을 지나 가입자회로로 유입된 Negative성 잔류 서어지전류가 컬스타와 저항을 지나 다이오드를 거쳐 교환기에 -48V의 동작전원을 공급하는 정류기로 흘러 들어가도록 설계되어 있다. 따라서 3차 보호단에서의 전원기준전위와 정류기간은 전압억제회로와 전원공급선등이 복합적으로 작용하여 임피던스성분을 상승시킬 뿐만아니라 동일성분인 -48V의 교환기동작전압이 가중되어 Positive 성분보다 더 나쁜영향을 미치게 된다.

이를 개선하기 위해서는 Negative성 서어지접지도 시스템접지에 직접접속하여야 한다.

7. 결 론

접지저항이 높은 MDF접지와 교환기의 통신용접지를 분리한 다접점접지구성에 의해 발생되는 전위차로 인해 선로로부터 유입되는 雷서어지가 MDF에서 보안용 접지를 통해 대지로 유출되지 않고 교환기로 침입하여 장비와 인명에 큰 피해를 입힌다. 이를 개선하기 위해서는 교환기 및 그 부대장비를 주접지반에 모두 직접접속시키는 일점접지구성을 함으로써 항상 等電位를 만들어주고, 교환기와 대지사이의 접지저항도 최소로 줄여야 한다.

특히 디지틀교환기는 외부의 강전계등에 의해 발생되는 유도잡음보다 장비에 대전되어 있는 정전기로 인한 정전유도잡음이 더 큰 문제를 일으킨다. 전자기기에 방전된 정전기는 접연내력이 가장 약한 회로를 통해 흐르기 때문에 접지저항이 낮은 일점접지구성방식은 잡음발생 억제에도 가장 효과적이다.

대지고유저항은 토양입자의 크기, 함수량, 수분이 용해된 전해질의 성분, 온도 등에 의해 좌우된다. 대지고유저항의 대소나 낙뢰 및 전력선유도 등의 지역특성에 관계없이 천편일률적으로 적용되고 있는 낙뢰보호대책을 시정하고 현장실사 및 연평균 雷발생일수를 근거로 낙뢰다발지역에 대해서는 선로접지 간격을 줄이고 차폐케이블을 사용하며 필요시 연동연선등으로 가공지선을 설치하는 등 현실에 맞는 대책을 강구하여야 한다.

(참고 문헌)

[1] 표준공법 전원시설(공법-전-21, 체신부)

[2] 관보 체신부령 제776호(1986,3,28)

[3] Gilbert Sharick, ABC of the Telephone, Grounding and Bonding, Vol. 13, Joseph J. Aiken Publisher, 1981.

[4] 出口文彦, 山田博希, "D70型 デジタル 交換機 加入者回路 の 雷防護設計, 研究実用化報告, 第33券, 第7号", 1984.

[5] Protective Grounding Systems, Bell Systems Practices, AT&T Co. Sec.802-001-195, Issue 2, Mar., 1976.

[6] Central Office Grounding and Protection Inspection Procedure, GTE Practice Engineering Series Sec.795-805-900HA, Issue 1,Aug., 1985.