

디지털 교환시스템의 과도 현상 보호에 대한 고찰

이 성 근 김 현 우
한국전기통신공사 사업지원단

A Study on the Transient Protection of Digital switching system

Seong Keun Lee, Hyun_Woo Kim
KTA Research Center

< Abstract >

Switching system has to operate in the transient environment which may originate from lightning, electro-static discharge, Isolation, grounding, etc are introduced for transient control. As they are not totally effective, board level protection is also required as final protection element.

In this paper, transient protection steps in the switching system are described, and analyze their application to the digital exchanges in operation.

1. 서 론

전자 산업의 발달에 따라 교환 시스템에도 컴퓨터 기술과 고집적 전자 부품등이 많이 사용되고 있다. 이러한 장치 및 부품들은 종래에 비해 고가이며 동작 특성이 민감하여 외부로부터 충격이나 비 정상적인 변화에 충분히 보호가 되어 있어야 한다. 일반적으로 교환 시스템이 외부로부터 받는 영향으로는 낙뢰나 Inductive Power Switching, 전력선 유도 및 접촉(Power Cross) 현상을 예로 들 수 있는데 이들 보통 과도 현상(Transient)이라 한다.

그동안 낙뢰가 빈번한 농, 어촌지역에 설치된 교환 시스템의 경우 가공 선로등을 통해 낙뢰 서어지가 시스템 측으로 인입되어 가입자 보드를 파손하는등 피해를 유발하여 왔다.

이와 같은 과도 현상으로 발생한 과전압, 과전류는 일차적으로 선로 시설의 접지나 MDF 및 통신 접지를 통해 대부분 방류되도록 되어 있으며, MDF 탕기반이나 교환 시스템 내부 회로에도 Varistor나 Silicon Suppressor 등 성능 좋은 보호 소자를 사용하여 이러한 현상으로 부터 시스템을 보호하도록 설계되어 있다.

본 고에서는 이와 같은 과도 현상으로 부터 교환 시스템을 보호하기 위한 조치와 보호소자에 대해 살펴 보고 현재 국내 운용 및 도입 예정중인 디지털 교환시스템을 중심으로 보호회로 구성을 고찰하였다.

2. 과도 현상의 분석

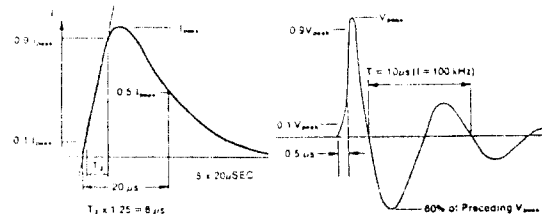
가. 과도 현상의 특성

과도 현상은 자연적 또는 인위적으로 발생하는데 지속주기를 기준으로 8.4 ms 보다 짧고 높은 전압인 경우는 Transient로, 8.4 ms보다 길고 낮은 전압의 경우에는 서어지(Surge)로 정의의 허기도 한다. 과도 현상의 주요한 발생 원인은

- 낙뢰 (lightning)
- Inductive Power Switching (ESI)
- ESD (Electro-static Discharge)
- NEMP (Nuclear Electro-magnetic Pulse) 등을 들 수 있다.

이중 낙뢰는 에너지가 대단하여 교환 시설에 많은 영향을 주는데 이의 특성을 보면 다음과 같다.

- 전류범위는 수 KA 에서 150 KA 정도이며 이중 20 KA 내외가 절반을 차지하고 있고 전압 역시 수 KV 로 대단히 크다.
- 낙뢰 서어지는 그림 1과 같이 기본적인 두개의 파형특성을 갖고 있다.
 - 임펄스 파형: 상승시간과 지속시간으로 표시 (예, 10 x 1000 us)
 - 링 파형: 상승시간과 주파수로 표시 (예, 0.5us/100kHz)
- 통계적으로 볼때 낙뢰회수(N) 와 피크 서어지전압(V) 과는 $N = 2.4 \times 10 \times V$ (times/line/stormy day)의 관계가 있다.



임펄스 파형

링 파형

그림 1. 낙뢰 서어지 파형

나. 과도 현상과 시스템 보호 기준

과도 현상에 대한 교환 시스템의 보호 조치를 마련하기 위해서는 우선 서어지에 대해 실제 발생할 수 있는 서어지 레벨을 양적인 면에서 파악한 후 시스템의 고장발생 가능성을 규명하고, 시스템의 내력(Tolerance level), 접지(Grounding), Shielding, Bonding, Isolation 환경 및 보호 전류(20Hz, 90 Vrms)에 왜물을 발생시키지 않는 범위등을 고려하여 보호단을 설계하여야 한다. 이를 위해 표준화된 서어지를 모델링 하여 최대 전압, 내부저항, 서어지 파형등을 정하고 이를 토대로 과전압 및 과전류 Stress, AC Power Fault 등에 대한 실험을 수행하여 이러한 기준을 만족 할 수 있도록 하여야 한다.

3. 교환 시스템의 과도현상 보호 대책

일반적으로 교환 시스템에서는 그림 2와 같이 2 단계의 보호단을 설정하고 있다. 1 단계에서는 Response Time 은 낮으나 높은 서어지를 차단하여 주고, 2 단계에서는 Response Time이 양호한 반도체 소자를 사용하여 1 단계에서 입력된 잔류 서어지를 최종 차단시킨다.

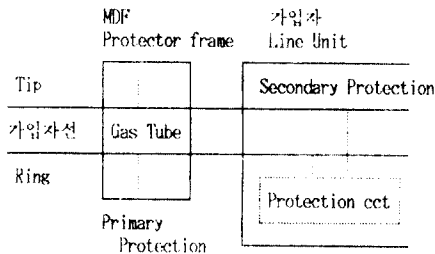


그림 2. 교환 시스템의 보호 단계

가. 보호 소자의 구분

보호단에서 사용될 수 있는 보호 소자는 크게 두 형태로 구분되며 특성에 따라 각각 사용되는데 최근에는 하이브리드 한 형태로 이용되기도 한다.

· Crowbars : 강한 부 저항(Negative Resistance) 특성으로 높은 서어지전류를 방류시켜 준다. 주로 1 차 보호소자로 많이 사용되고 있다.

예) Spark Gaps, Gas Tube, Carbon Blocks, SCR 등

· Clamps : 어느정도 정해진 범위의 서어지를 제한해 주며 주로 2 차 보호 소자로 사용된다.

예) MOV (Metal Oxide Varistors), Silicon Avalanche Suppressor (또는 Transient Suppressor)

이러한 보호 소자의 중요한 전기적 성질은 Response Time과 Clamping특성인데 MOV는 Clamp 특성이 약하고 큰 전압 증가를 보이며, Zener 는 Clamp 에 대한 정격이 없고 Gas Tube 는 Arc 전도 양식과 넓은 Breakdown 변화를 보여준다.

나. 1 차 보호 기능

교환국의 MDF 탄기반에 가입자 회선마다 보호 소자가 연결 되어 있는데 주로 Crowbar 소자인 Carbon Blocks 이나 Gas Tube 와 과 전류 보호용으로 열선코일(Heat Coil) 이 포함되어 있다.

교환기 가입자회로내에는 과도 서어지로 부터 회로를 보호 하기 위해 Isolation Transformer 가 사용되는데 Carbon Block 및 2극관을 두개 사용할 경우 어느 한쪽만 방전시 1 차권선 에 인가된 서어지 전압이 2차측에 유기됨으로서 오히려 나쁜 영향을 줄 수 있다. 최근에 부품의 집적화로 Transformer 대신 SLIC (Subscriber Loop Interface Circuit) 이 사용되고 있어 편방전으로 인한 영향이 더 클 수 있다. 3 극관은 그림 3과 같이 방전과는 관계없이 링과 링 양선간의 전압 레벨을 항상 평형으로 이루어 이런 문제가 발생하지 않으며 디지털 교환 시스템용으로 현재 많이 사용되고 있다.

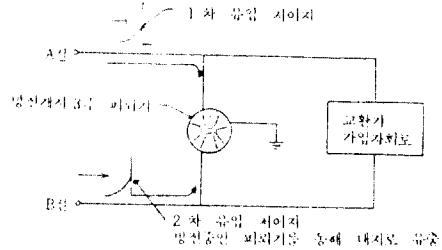


그림 3. MDF 의 피뢰기와 보호 기능

다. 2 차 보호 기능

교환 시스템의 소형화를 위해 가입자 보드의 전력 소모를 줄이면서 고밀화를 추구하고 있는데 이에 따라 보드 레벨의 보호기능이 매우 중요하게 되었다. 디지털 교환 시스템에서 이러한 보드 레벨 보호 기능은 그림 4와 같이 가입자 정합 기능(BORSCHT)의 일부로 표현되는데 이중 O (Overvoltage)로서 나타난다. B(Battery feeding), S(Supervision), H(Hybrid) 기능은 SLIC 이 갖는 기능이다. 가입자 회로상에서 O의 기능이 위치 하는 부분은 시스템에 따라 설계시 결정되며 보통 R(Ringing) T (Testing) 버스와 SLIC 사이에 위치한다. 2 차 보호 기능에는 Power resistor, Varistor, Zener 및 반도체 Suppressor 가 주로 사용되며 각 시스템마다 구성을 달리하고 있다.

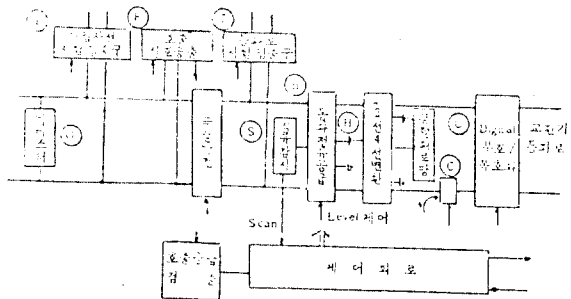


그림 4. 가입자 회로 기능

라. 가입자 BORSCHT 설계와 보호 기능

가입자 BORSCHT 기능을 실현 하는 방식은 표 1 과 같이 가입자 집선 기능을 중심으로 구분된다. 이는 가입자 회선의 트래픽에 따라 B,S,H 및 C 기능을 집선하므로써 시스템의 경제성, 스윙인 부분의 장래성, 서비스의 융통성을 추구한다.

이러한 방식중 2 번째 SD 집선 방식은 다른 방식에 비해 경제성을 얻기 쉬운 반면 고내압 아나로그 스위치라는 특수한 부품이 필요하지만 이를 사용하므로써 가입자 회로보호 기능을 향상시켜 주는 역할을 한다.

표 1. 가입자 집선 방식의 비교

| 집선방식 | BORSCHT | C | 집선스위치 | 구 성 | 예 |
|----------------|---------|------|--------------------------------|-----|------------------|
| 1. TD 집선 | 가입자당 | 가입자당 | TD스위치 메모리 | | S1240 AXE-10 대부품 |
| 2. SD 집선 | 공 동 | 공 동 | 고내압 SD Sw need.x-bar pnpn, Gdx | | 5 ESS |
| 3. SD 집선 (4 선) | 가입자당 | 공 동 | 저내압 SD Sw CHUS, pnpn | | E 10 |
| 4. 복합집선 | 공 동 | 공 동 | 고내압 SD Sw TD 스위치 | | |

4. 교환 기종별 보호 회로의 고찰

현재 국내에는 TDX-1A, AXE-10 디지털 교환 시스템이 능 어촌지역을 중심으로 설치되어 운용중에 있으며 S1240 5 ESS 등이 대도시용으로 도입되어 설치될 예정이다.

가. TDX-1A 시스템

TDX-1A 시스템에서 BORSCHT 기능을 수행하는 가입자 카드는 GSLB(General subscriber line board)로서 보드당 8 가입자회선이 수용되어 있고 SLIC 을 사용한다. 과전압 보호회로 구성은 그림 5와 같이

- . ZNR 과 펄스터(또는 PTC)
- . Transient suppressor 와 보호 저항
- . 브리지 다이오드 회로로 보호단을 형성하고 있다.

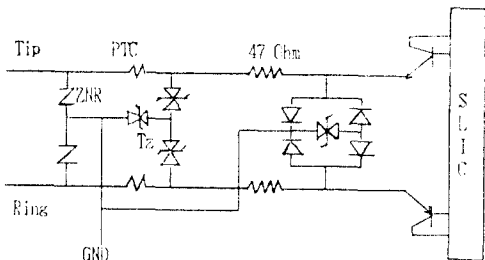


그림 5. TDX-1A 의 보호회로 구성

나. AXE-10 시스템

현재 국내에 운용중인 AXE-10시스템의 가입자 보드에는 4 회선이 수용되어 있으며 Transformer 등을 사용하고 있다. 신형 가입자 보드에는 SLIC과 가입자선 음성 처리회로(SLAC) 등의 VLSI부품을 사용하여 보드당 8가입자 회로를 실장한다.

이 시스템의 과전압 보호 회로는 그림 6과 같이 20 Ohm의 저저항 레지스터와 6개의 다이오드로 구성된 브리지 및 1개 Thyristor 로 이루어져 있으며 브리지 양단을 GND로 접속한다.

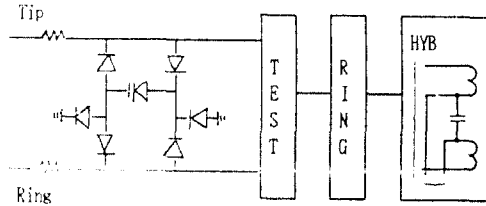


그림 6. AXE-10 의 보호회로 구성

다. 시스템 1240

시스템1240의 ALCB(Analog line circuit board) 가입자 보드는 8 가입자 회선을 수용하고 있으며 BLIC(Bimso line interface circuit)이라는 자체 개발 SLIC 소자를 사용하고 있다.

이 시스템의 과전압 보호 회로는 하이브리드네에 그림 7과 같이 포함되어 있는데 30 Ohm의 보호저항과 4개의 다이오드로 구성된 브리지로 단순하게 이루어져 있다. 브리지 양단은 GND 와 전원으로 분리 연결되어 있으며 후단의 50 Ohm 저항(급전저항 및 보호저항 역할)을 통하여 BLIC 에서 과도현상을 인지하여 소프트웨어적인 처리를 한다.

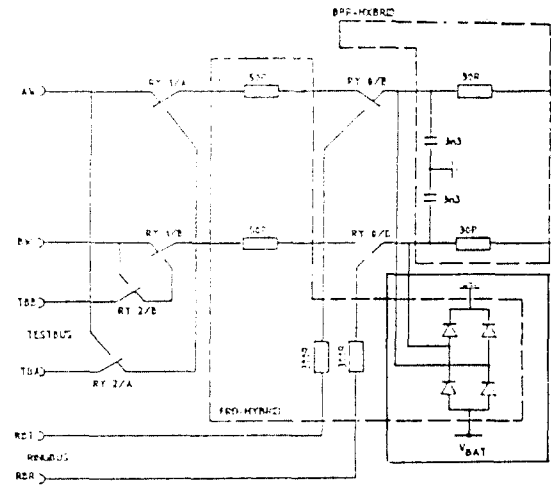


그림 7. S1240 의 보호회로 구성

라. 5 ESS

5 ESS 가입자 회로는 타 디지털 교환 시스템에서와는 달리

개별 가입자 회선에 대해 BORSCHT 기능을 부여하지 않고 고내압 아나로그 스위치인 GD_X(Gated diode crosspoint)로 가입자 접속 기능을 먼저 수행한다.

이 시스템의 보호회로는 그림 8과 같이 서어지 보호 저항 R 1(100 Ohm)과 제너 다이오드(B45A) 3개로 구성되어 있다.

제너 다이오드는 Tip과 Ring선에 1개씩 분리 연결하여 1A/us 서어지까지 보호할 수 있고 나머지 한개는 접지로 연결하여 2 A/us 까지 견딜 수 있다.

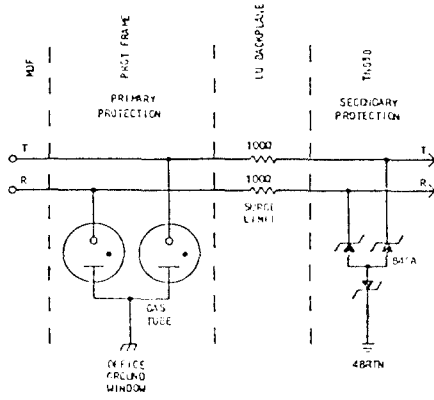


그림 8. 5 ESS 의 보호회로 구성

이상과 같이 디지털 교환기의 보호회로는 기본적으로 보호 저항과 Bridged diode 를 사용하여 처리하고 있지만 시스템에 따라서 구성에 차이가 있다. 지금까지 살펴본 교환 기종의 보호회로 구성을 정리하면 표 2와 같다.

표 2. 기종별 보호 회로의 구성

| 기종명 | 보드 명 | 회 선 | BORSCHT 기능 | 과전압 보호회로 구성 | 소자 명 | 비 고 |
|--------|------|-----|-----------------|---|---|--|
| TDX-1A | GSLB | 8 | . 회선면 . SLIC | . ZNR . Pulster, PIC . Transient sup. . 보호저항 . Bridged diode (4개) | PD-100B GZ55023A 47 Ohm MMA220 | . SLIC는 모타 . 전자사 제품 . Trans.supp는 209-231 V |
| AXE-10 | LIB | 4 | . 회선면 | . 보호저항 . Bridged diode (6개) . Thyristor | 20 Ohm 1N4004 3A133 | . 신형보드는 AMD 사 SLIC 8 회선 사용 |
| S 1240 | ALDI | 8 | . 회선면 . BLIC | . 보호저항 . Bridged diode (4개) | 30 Ohm 1N4004 | . 50 Ohm간격 저항 BLIC 인치 |
| 5 ESS | CRUJ | 32 | . 채널면 접선 | . 보호 저항 . Surge Limit (Zener 3 개) . GD _X 게이트 다이오드 | 100 Ohm B45A | . 제너다이오드: 1A/us, 2A/us GD _X -265 - +265V Clamp |

5. 결 론

이상과 같이 과도 현상에 대한 디지털 교환시스템의 보호 조치는 외적인 측면에서는 선로 및 시설의 접지를 보강하여 서어지를 GND로 최대한 방출시켜 주어야 하며 내부적으로는 시스템 레벨의 보호효과를 높이기 위해 가입자 회로내에 보호회로를 포함하여 가입자회로에 요구되는 전기적 특성을 만족할 수 있도록 하여야 한다. 최근에는 Varistor나 Silicon Avalanche Suppressor 등 성능 좋은 반도체 소자가 많이 개발되어 이러한 목적으로 사용되고 있는데 소자의 선택 및 경제성 등을 고려하여 볼때 우선 실제 인가될 수 있는 서어지 입력 조건이 규정되어야 한다.

CCITT, FCC, REA 등의 국제 기구에서 분야별로 기준이 정해져 있으나 낙뢰 및 전력선 유도 등이 지역특성에 따라 다르므로 시스템의 설치 지역과 선로시설 환경등이 차이가 있을 때 이들의 일률적인 적용은 곤란하며, 따라서 국내 표준낙뢰 파형 등 서어지의 정확한 모델화가 선행되어야 하겠다.

기종별 과전압 보호 회로를 살펴 본 결과 구성상에 차이가 많았는데 서어지 모델화를 토대로 재 검토하여 필요시 보완이 이루어져야 하겠으며 국내 개발 및 도입예정 시스템에 대해서는 실제 운용 이전에 철저한 시험이 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- (1) J.C McDonald, "Fundamentals of digital switching", Plenum Press, 1983
- (2) GRINSEC, "Electronic switching", North-Holland studies in Telecommunications, 1983
- (3) Gilbert Sharick, "abc of the Telephone" vol 13, "Grounding and bonding", 1981
- (4) Bellcore, "Electrical protection of communication facilities serving power stations", 1985
- (5) " Surge Protection", 연일 출판사