

최신 디지털 누전경보기(ELD) 소개와 누전으로 인한 재해 예방대책 Presentation for The Advanced Digital Earth Leakage Relay with The Countermeasure against Casualties

연구소장 옥 유 경

디이시스 주식회사

1. 서 론

최근 장마철 폭우로 인한 감전 인명 피해 소식은 세상 사람들을 놀라게 했으며, 그 사고 원인은 더더욱 우리를 경악하게 만들었다. 무지라기보다 누구나 다 아는 상식이 지켜지지 않았다는데 있다. 우리도 이젠 전기를 많이 사용하는 나라가 되었다. 점점 더 전기에 의존하는 일상 생활이 되어가고 있는 것이다. 전기를 사용하는 기구는 늘어만 가고 24시간, 365일 공기나 물처럼 우리와 불가분의 관계가 되어가고 있어 그 위험성을 알고 있다. 특히 장마철, 겨울에서 봄철로 접어들어 해빙기가 되는 계절, 밤낮 기온 변화가 심한 날 등 전기적 절연이 취약한 부위에는 언제나 누전의 위험이 상존하기 때문에 일상적인 누전 감시만이 피해를 예방하는 최선 대책이 될 것이다.

이렇게 위험한 전기를 통제 없이 사용한다는 것은 우리 모두가 피해 대상이 될 수밖에 없다는 것을 의미한다. 이러한 위험으로부터의 노출을 최대한 방지하고자 여러 가지 안전 장치도 발전해 왔으며 앞으로도 더욱더 개선된 제품이 나올 것으로 기대된다. 여기서는 누전에 의한 피해 원인과 최근 개발된 디지털 누전 경보기(Digital ELD)에 대한 감시 시스템 기능과 그 활용에 관한 개요를 소개하고자 한다.

2. 누전에 의한 피해 원인

저압 계통에서 누전이라 함은 전기가 2선 또는 3선을 따라 흐르지 않고, 건물의 철골, 습기찬 먼지, 습기찬 천 등을 통하여 대지로 흐르는 전기를 말한다. 즉 전압이 있고, 여기에 적당히 흐를 수 있는 전기적 통로가 마련되면 전류가 흐르게 되는데, 이 때 전류가 불꽃(아크)을 튀기며 흐르고, 인화성이 있는 물질

이 인접해 있으면 화재의 원인이 되고, 이곳에 사람이나 생물이 접촉하여 접촉된 생물을 통하여 전류가 흐르면 생명이 위협받게 된다. 전압의 높고 낮음에 관계없이 사람의 몸에 50 mA만 흐르면 생명이 위태로울 수 있다. 평상시에 무심코 지나가다 만져보는 가로등 철주도 수분(습기)으로 인하여 철주 내부 배선에서 누전되고 있는 상태라면 생명을 위협하게 되는 것이다.

2.1 전기화재 통계

다음은 행정자치부 화재통계 연보에서 발췌하여 우리의 피해 현주소를 살펴보기 위하여 요약하여 게재한다.

◎ '99년 전기화재 총괄

1999년도에 발생한 33,856건의 화재에서 11,204건이 전기로 인하여 발생하여 33.1%의 점유율을 보이고 있다. 이를 전년도와 비교하면 0.3%가 낮아졌으며, 1994년의 39.1%에 비해서는 6.0%가 낮아진 것으로 일 평균 30.7건의 전기화재가 발생한 것으로 분석된다.

또한 인명피해도 360명이 발생하여 전년도에 비하여 사망자는 33.0%가 감소한 59명이 발생하였고, 부상자는 16.9% 감소한 301명이 발생한 것으로 나타나 일 평균 1명이 전기화재로 인하여 사망하거나 부상한 것으로 나타났다.

54,673백만원이 발생한 피해는 전년도에 비하여 5.2%가 감소한 것으로 나타났다. 이는 전기화재로 인한 일 평균 손실액이 1억 4천 9백 8십만원이 발생한 것을 보여주고 있다.

◎ 전기화재 10년간 발생추이

1990년부터 1999년까지의 전기화재 발생현황은 아래 그림에서 33.1%로 3.7%가 감소하였고, 특히 최근 5년간은 전기화재 예방을 위한 다각도의 노력에 따라 총 화재에 대한 전기화재의 점유율이 점차 감소하고

† E-mail: drgnnyk@deesys.com

'99년 전기화재 발생 총괄

연도	발생건수			인명피해			재산피해 (천 원)
	총 화재	전기화재	점유율(%)	계	사망	부상	
1999	33,856	11,204	33.1	360	159	301	54,672,884
1998	32,664	10,897	33.4	450	88	362	57,646,821
증 감	1,192	307	-	-90	-29	-61	-2,973,937
증감률(%)	3.6	2.8	-	-20.0	-33.0	-16.9	-5.2

자료 : 행정자치부 화재통계연보

있는 것으로 나타났다.

◎ '99, 화재원인별 현황

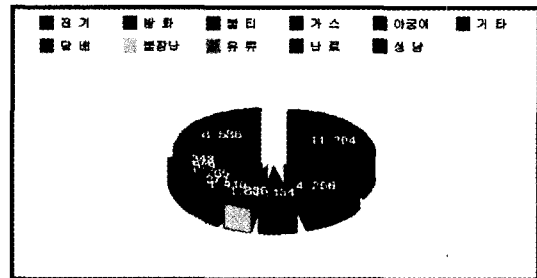
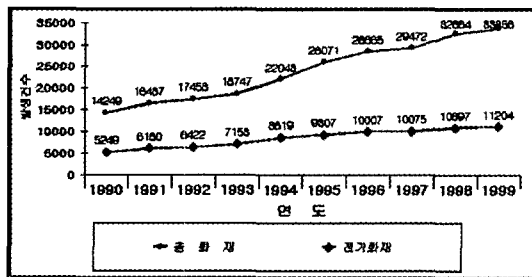
1999년도 국내에서 발생한 화재를 원인별로 분류하면 전기화재의 점유율이 33.1%로 가장 높았고, 다음으로 담뭏불로 인한 화재가 12.6%를 점유하였으며, 방화에 의한 화재가 7.2%를 점유한 것으로 나타났다.

화재 발생원인을 전년도와 비교하면 난로에 의한 화재가 48.1%가 증가하고, 아궁이가 40.5%가 증가한 것으로 나타나고 있어 최근 몇 년간의 추세와 상반된 경향을 보이고 있다.

◎ 전기화재 원인별 발생현황

1999년도의 전기화재는 11,204건이 발생하여 이중 합선에 의한 화재가 전체의 76.5%인 8,572건이었으며, 다음으로 누전, 절연불량에 의한 전기화재가 797건으로 7.1%를 점유하였고, 과부하가 767건(6.9%)이 발생하였다.

정전기에 의한 화재는 전년도에 비하여 7.5%(21건)가 증가하여 가장 높은 증가율을 보인 반면, 취급 부주의에 의한 화재는 51.3%(123건)가 줄어들었다.



연도	총 화재	전기화재	점유율(%)	인명피해(명)	재산피해(백만원)
1990	14,249	5,249	36.8	65/199	11,147
1991	16,487	6,160	37.4	95/244	19,006
1992	17,458	6,422	36.8	90/250	22,809
1993	18,747	7,153	38.2	93/218	20,135
1994	22,043	8,619	39.1	121/258	31,395
1995	26,071	9,307	35.7	78/298	39,209
1996	28,665	10,007	34.9	105/327	51,321
1997	29,472	10,075	34.2	75/273	52,628
1998	32,664	10,897	33.4	89/362	57,647
1999	33,856	11,204	33.1	99/301	54,673

구분	계	전기	담뭏불	방화	합선	누전	유류	가스	난로	아궁이	방열장	기타
1999	33,856	11,204	4,256	2,434	1,835	1,910	371	1,765	679	673	243	6,586
1998	32,664	10,897	3,856	3,056	1,938	1,668	475	1,827	391	454	222	7,870
증감률(%)	10.8	2.8	10.4	-20.4	-5.3	14.5	-21.9	-3.4	48.1	45.0	9.5	9.1

에너지의 소비패턴이 청정연료인 가스의 사용이 늘고 유류나 연탄의 사용이 줄면서 이러한 결과가 화재 원인에 반영되었던 과거에 비하여 우리 나라가 IMF체제를 겪으면서 난로와 아궁이에서 발화한 화재가 증가한 것으로 나타나고 있다.

◎ 주변국의 연도별 전기화재 비교

1998년 일본의 전기화재 점유율은 12.5%이며, 동년도 대만은 18.0%이었으나, 우리 나라는 33.4%로 일본의 2.7배이고 대만에 비해서는 1.9배로 나타났다.

3. 절연 불량 및 누전 원인

설계시 누전 예방대책은 필수적이다. 1년에 1회 절연저항 측정으로는 불충분하다. 우기, 전기, 기온의 급

원인 구분	계	합선	과부하	누전	접촉 부과열	정전기	제품결함	취급 부주의	기타
발생건수	11,204	8,572	767	797	191	49	103	117	608
점유율(%)	100	76.5	6.9	7.1	1.7	0.4	0.9	1.1	5.4

격한 변화에 따라 절연 상태가 다르고, 봄, 여름 등 계절에 따라 절연저항은 변한다. 따라서 전기적 절연 불량에 대한 예방 경보설비는 법적으로 강제성이 있어야 한다. 설비의 미흡으로 일부 또는 전 회로 불량을 조기 발견하지 않을 경우 어떠한 방법으로도 누전 예방 대책이 없다. 누전의 조기 발견 시스템은 시설물의 기본이 되어야 한다. 이에 상응하는 조기 경보 설비를 위하여 누전의 원인을 검토 할 필요가 있다.

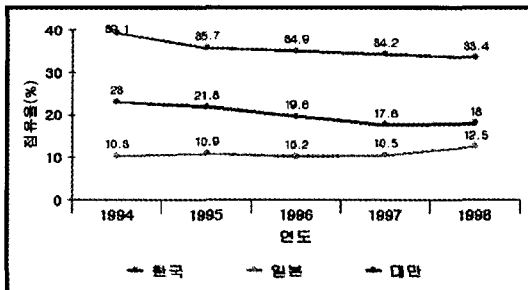
누전의 원인으로는 아래와 같은 요인을 들 수 있다.

- **자재 불량** : 전원 설비에서부터 사용하고자 하는 부하에 이르기까지 전기적 통로를 안전하게 유지하는 것은 전선을 감싸고 있는 피복과 접속 부분을 감은 절연 테이프와, 나선 부분을 지지하고 있는 터미널 블록과 전동, 전열기구 등의 부하에 절연물이 어딘가 불량 절연물을 사용한 경우이다.

- **시공 불량** : 설계시, 배전반, 분전반 등 양질의 부품 자재로 명시되어 있다 하더라도 제작업체들의 불량 조립, 불량 시공은 자재 못지 않게 중요하다. 시공 중 전선이 배관 내에서 피복이 상처를 입었다던가, 무리한 힘을 가하여 피복이 늘어나 피로 현상이 일어나게 되면 약간의 주위 환경에 의하여 누전 현상이 발생 할 수 있다.

- **유지 보수 태만** : 초기 3, 4년 내에 발생하는 누전 현상은 대부분 시공 불량이라고 판단하는 것이 8, 90%가 된다고 할 수 있다. 이 때 발견되는 누전 현상을 바로 수리하지 않으면 그 누전은 영구히 찾아 내지 못한다. 왜냐하면, 누전이 일어나면 보수 할 생각을 하지 않고 경보 장치를 꺼 버리는 예가 더 많기 때문이다. 5, 6년이 넘으면 이 때부터 절연물에 갱년기 변화가 일어나기 시작한다. 전기 기기의 연속적 사용, 과부하 사용 등에 의한 열적 충격, 주위환경에 의한 화학적, 물리적인 변화, 동물, 세균에 의한 절연물의 손상 등 곳곳에서 변화 현상이 일어나기 시작하고 제일 취약한 부분에서 누전현상이 일어나게 된다.

주변국의 연도별 전기화재 점유율 추이



연도	구분	한 국	일 본	대 만
1994		8,619	6,493	2,471
1995		9,307	6,848	2,385
1996		10,007	6,555	2,610
1997		10,075	6,506	2,663
1998		10,897	6,836	2,623

자료 : 한국 화재통계연보
일본 화재연보
대만 중화민국통계연감

- **절대적 이격거리** : 전기적으로 대기에 노출되어 있을 때 +극의 대기간, 극간 이격거리가 충분해야 한다. 이격거리가 작으면 먼지, 잡물 등에 의하여 절연 불량의 경우가 된다.

4. 전기 설비의 설계 및 유지보수 상 문제점

위에서 열거한 현상들은 언제든지, 어느 곳에서든지 일어 날 수 있다. 이들을 어떻게 하면 최적 상태로 유지하여 전기적 피해를 예방하느냐에 있다고 하겠다. 문제는 근본적으로 대처하지 않는 데서 확대되고, 큰 피해를 예고하게 된다.

기본적으로 전기 설계시 우선 고려해야 할 것이 인명 피해와 화재 예방에 두고, 다음이 전기 설비에 대한 보호인 것이다. 요즘은 전기 설계시 치중하는 것은 설비 안전 보호에 중점을 둔다. 초기 전기 설비비가 집중 투입되고 사고가 발생할 경우도 복구비가 가장 많이 소요된다는 판단에서 일 것이다. 그러나 좀더 심도 있게 고려해 본다면 누전으로 인한 인명 피해나 화재가 결코 전기 설비 피해 보다 적지 않다는 것을 알게 될 것이다. 따라서 초기 기본 설계시 이러한 점들을 정확히 이해 할 필요가 있다.

실제로 설비에 누전이 발생하였는데 센서를 꺼놓았

다 해서 반드시 피해가 나지 않는다. 반드시 피해가 날 것이라고 인지했다면, 바로 그 근본 원인을 찾아 보수하는데 주저 할 필요가 없는 것이다.

사고나 피해는 어느 유형에서나 동일하다. 예를 든다면 자동차 운전 중 안전 벨트를 매지 않았다고 반드시 피해를 입지는 않는다. 평생 안전 벨트를 매지 않아도 피해를 당하지 않는 운전자가 더 많은 것이다. 안전 벨트를 맨다는 것은 누구나 귀찮은 일이고 불편하다. 그러면 왜 안전 벨트를 맬까. 간단하다. 대부분의 시민들은 여러 매체를 통하여 안전에 관한 인식이 높아 졌을 뿐만 아니라, 법적으로도 뒷받침이 되어 있기 때문이다.

경보 설비, 화재 예방 설비가 아예 없다면 그 이상 누전이나 화재에 대한 사전 예방이 불가능한 설비라 하겠다. 경보 설비, 안전 예방 설비가 이미 마련되어 시공되었다면 이제는 어떻게 유지 관리하느냐에 따라 피해를 예방 할 수 있느냐 없느냐를 좌우하게 된다.

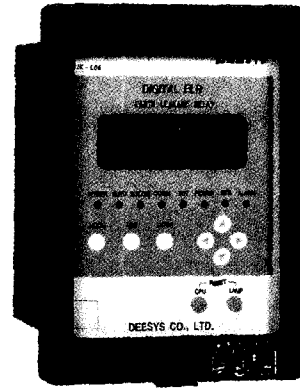
관리자는 누전이 발견되면 설비의 성능이나 기능면에서만 볼 것이 아니라 앞으로 일어날지도 모를 엄청난 피해에 대비한다는 생각을 가져야만 한다. 화재 경보기나, 누전 경보기가 동작하면, 그것이 오동작이면 그대로, 정동작이면 또 그대로 그 원인을 명확히 찾아내야 한다는 규칙이 그 사회(직장) 내에 정착되도록 해야 한다. 경보 설비는 어디까지나 경보에 그치지 누전 자체를 방지 할 수 없는 설비이다. 상위 관리자의 관심이 모든 문제를 해결하는데 관건이 된다 하겠다.

5. 최적의 설계시 고려할 점

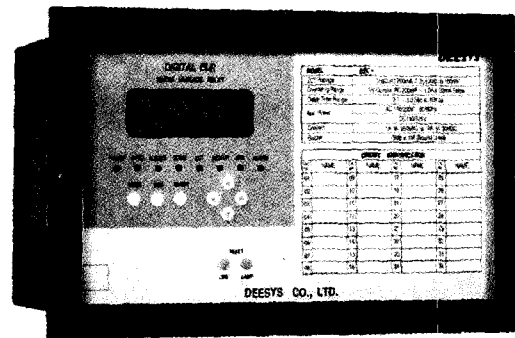
종래에 적용되고 있는 소방법은 최소한, 소용량 이하 회로에는 누전 차단기를, 중용량 이상 회로에는 차단기와 누전경보기를 조합하여 누전을 감지하도록 하고 있다. 개별 회로에 영상변류기(ZCT)를 설치하고, 그 ZCT에서 감지된 누전량을 경보기에 보내어 그 값의 크기를 판단하고, 그 누전량이 경보기에 설정해 놓은 설정치 이상 넘게되면, 감시자에게 누전 경보를 울려 주고, 경우에 따라서는 그 회로를 차단하도록 한다. 경보 음은 감시자가 경보기 근처에 상주 할 때는 경보기에서 경보를 내도록 할 수 있으며, 감시자가 중앙 감시반에 상주 할 경우 중앙 감시반에서 인지 할 수 있도록 경보기에 각 회로마다 또는 일괄하여 구비된 출력 접점을 이용하여 원거리에서도 감시 할 수 있다. 이것은 항시 감시자가 누전에 대한 감시를 철저히 해야 된다는 뜻으로도 이해되어야 한다.

한국화재·소방학회, 제2권 제1·2호, 2001년

6. 최신 디지털 누전 경보기



<통신용 Digital ELD 8회로용>

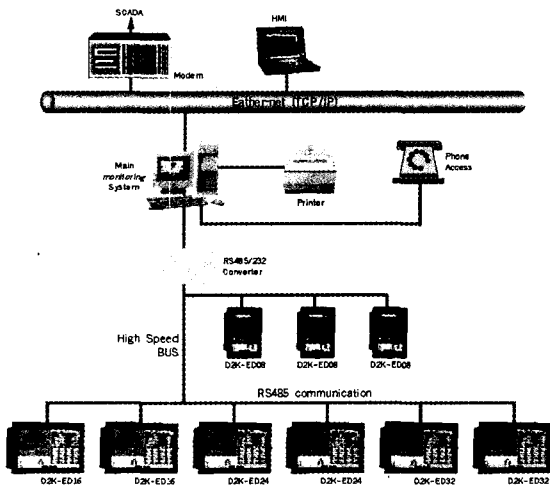


<통신용 Digital ELD 16, 24, 32회로용>

종래의 누전 경보기는 위에서 언급한 바와 같이 상주 감시자가 현장에 근무하는 것을 전제로 개발되었기 때문에 그 기능면에서 보완될 부분이 많았다. 즉 누전이 발생하면 현장에서 경보음을 울려 주거나 원방으로 출력 접점을 이용하여 누전 유무를 통보하는 것으로 만족하였다. 또한 5회로 및 10회로용 중, 하나를 선택했어야 했기 때문에 다회로용에서는 여러 대를 한 판넬에 설치해야 했다.

최근에 개발된 디지털 누전 경보기는 산업용 디지털 기술을 적용하여 사고 분석에 유용한 기능을 아래와 같이 추가하였다.

- LCD 4줄×20자 표시창에 몇시 몇분 몇초에 현재 시간 표시,
- 어느 회로에 얼마만한 크기의 누전이 발생하고 있는가를 확인 가능,
- 누전 경보시 10회까지 순차적으로 각종 데이터 보



페어 투위스트 차폐 케이블 적용시 16대를 최장 2 km까지 연장 가능함.

<PC 통신 연결 방식 시스템>

수 있으며, 설정치를 PC에서 변경 할 수 있다. 뒷 단 자에는 RS485용 단자가 구비되어 있어 32회로용 16대 까지 두 선만 병렬로 연결하고 중앙 감시반 PC에 연

결하면 중앙 감시용 PC에서 읽고, 보고, 변경하는 기능을 수행 할 수 있어 개별적으로 현장에 가서 확인하지 않아도 되도록 하였다.

8. 결 어

위의 기능을 가지고 완벽하다고는 할 수 없지만, 종전의 ELR와 비교하면 상당히 많은 기능을 내장했다고 보여진다. 위의 기능들을 적절히 활용한다면 누전으로 인한 인적 물적 피해를 어느 정도 정확히 원인을 판정할 수 있다고 보며, 사고 후에도 기억된 기록을 가지고 여러 가지 원인을 찾고, 결론을 내리는데 중요한 자료로 이용될 것으로 본다.

다만 위에서 언급한 바와 같이 아무리 발전된 예방 시스템을 구비했다 하더라도 유지 보수에 있어서 누전 발생시 소극적으로 대처한다면 사전 경보 설비 자체가 무의미하며, 이로 인한 안전사고는 결코 막을 수 없다. 보수 유지를 담당할 기술자나 상위 관리자가 안전에 관심을 갖고 적극적으로 대처하는 길만이 인위적인 피해를 막을 수 있다고 하겠다.