

전력 유도 환경 하에서 유도 잡음 전압 측정을 위한 종단 회로 유형의 영향 분석

최문환* · 이상무* · 조평동*

*한국전자통신연구원

Analyze on the Effects of the Terminal Circuit Types for Measuring the
Induced Noise Voltage in the Power Inducting Situation

Mun-Hwan Choi* · Sang-Mu Lee* · Pyoung-Dong Cho*

*Electronics and Telecommunications Research Institute

E-mail : mhchoi@etri.re.kr

요 약

전력선 설비나 고속철도에 의한 전력 유도 전압의 산출 방법은 매우 복잡하기 때문에 합리적인 조정이 어려우며 이에 보다 정확하고 구체적인 산출 방법의 도출을 위해 전력 유도 전압의 발생 조건을 갖춘 지역을 다수 선정하여 유도원과 병행하는 2Km 공장의 통신 케이블이 설치된 테스트베드를 구축하고, 국내 기술기준 및 국내외 표준에서 제시하는 다양한 방법을 이용하여 전력 유도장애 발생 시 통신 케이블에 미치는 유도 잡음 전압의 영향을 분석하였다.

본 논문에서는 특히, 유도원으로부터의 유도 잡음 전압을 측정하기 위해 통신 케이블 종단에 사용하는 종단 회로의 유형에 따른 영향을 분석하였다. 이를 위해 통신 케이블의 종단 회로로서 300옴 발란스형 임피던스 회로와 600옴 종단 임피던스 회로를 사용하여 측정된 결과를 비교 분석하였으며, 향후 전력 유도 전압의 구체적인 산출 방법 도출을 위한 자료로 활용될 것이다.

키워드

power induction, induced noise voltage, terminal circuit

1. 서 론

전력선 설비나 고속철도 시설에 의한 유도 장애로부터 통신 케이블에 미치는 유도전압을 미리 예측하여 계산할 필요가 있다. 이는 단순히 통신에 대한 장애뿐만 아니라 인명 피해 및 손상 방지와 관련 있는 것으로 강제 표준인 국가 기술기준 고시로서 고전압 방출 한계치를 정하고 있고, 따라서 그러한 고전압이 얼마만큼 유도되는지에 대한 정량적 예측을 위한 산출 방법을 정하여 고시하고 있다.

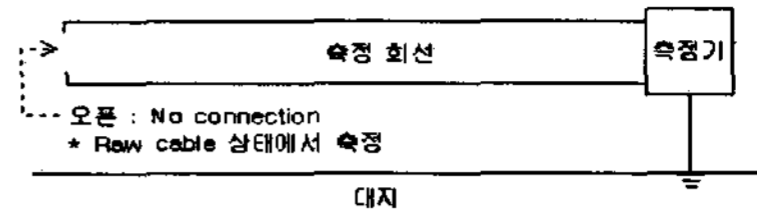
하지만 이러한 전력 유도 전압의 산출 방법은 이론적으로나 실질적으로도 매우 복잡하기 때문에 기술기준 내용에 있어서 합리적인 조정이 어려운 실정이며, 특히 전력선 설비나 고속 철도 시설이 갈수록 복잡해지고 예측할 수 없는 환경 변수들이 발생하는 등 보다 더 정확하고 구체적인 유도전압의 산출 방법이 절실히 필요한 실정이다.

이를 위해 현행 기술기준 내용에 있는 전력 유도 전압 산출 방법상의 문제점들에 대한 정형화된 규명을 이루고 문제 사안 조정 필요에 대한 타당성 검증을 통해 국내 현실과 사업자간의 이해에 맞는 합리적 계산 방법을 도출하도록 하고 있다 [1][2].

이에 유도 기관(한전, 고속철도 시설 공단) 및 피유도기관(KT)과의 협조 하에 전력 유도에 의한 장애가 발생할 수 있는 조건을 갖춘 지역을 선정하여 공장 2Km를 갖는 통신 케이블을 유도원과 병행하여 포설한 후, 현행 국내 기술기준고시 및 국내외 표준에서 제시하는 방법 등으로 전력 유도 장애 발생 시 통신 케이블에 미치는 영향에 대한 분석을 시행하였다.

특히 본 논문에서는 유도원으로부터의 유도 잡음 전압을 측정하기 위해 통신 케이블의 종단에 사용하는 종단 회로의 유형에 따른 영향을 분석하기 위하여, 파주의 교외 지역에 구축한 테스트

베드를 통해 통신 케이블 종단에 300옴 발란스형 임피던스 회로와 600옴 종단 임피던스 회로를 사용하여 유도 잡음 전압을 측정하였으며 각 회로별 및 각 회선별로 측정값을 비교 분석하였다.



(d) 개방형 종단 회로

그림 2. 통신 케이블 종단 회로 구성

II. 측정 절차

전력 유도 장애가 발생하는 경우, 유도원 인근의 병행하는 통신 케이블에 미치는 유도 잡음의 영향을 분석하기 위해 파주의 교외 지역을 선정하여 그림 1과 같이 유도원과 병행하는 2Km의 공장을 갖는 25페어의 통신 케이블(JF-FS cable)을 포설한 테스트베드를 구축하였다.

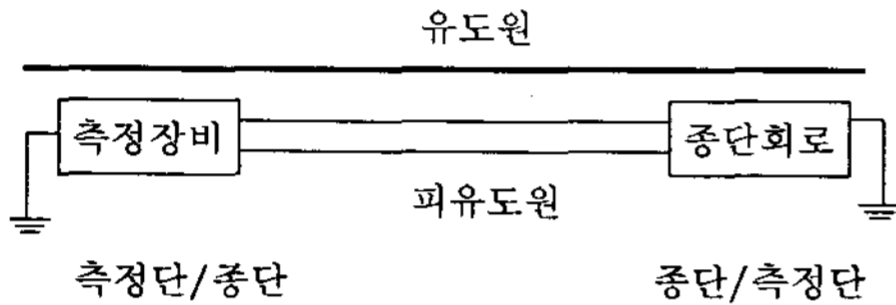
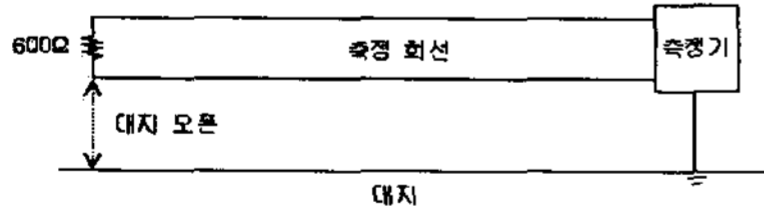
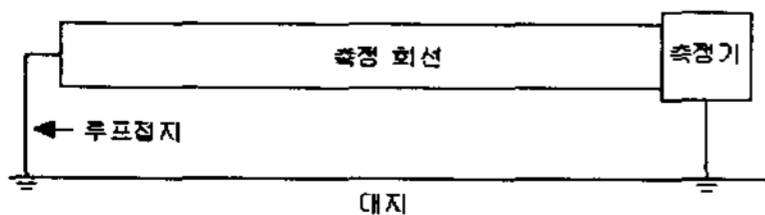


그림 1. 테스트 베드

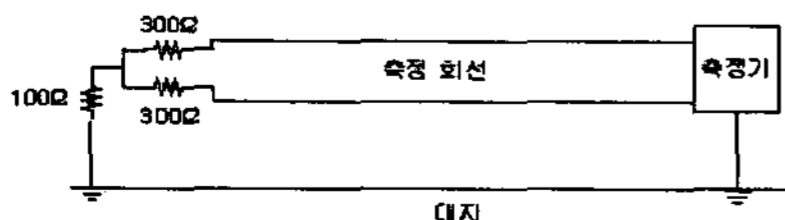
그림 1에서 종단 회로는 측정 대상 케이블 종단의 임피던스 구성 방식에 따라 그림 2[3]와 같이 일본에서 연구 목적으로 사용되는 600Ω 개방 종단 방식과 미국의 일반 실무 형태인 무저항 직접 접지방식, IEEE 표준 776의 형태를 갖는 300Ω-100Ω-300Ω 밸런스 형태의 방식, 그리고 역시 미국에서 일반 실무적인 목적을 갖는 개방형 종단 회로 등 4종류의 종단 회로를 사용하였다. 특히 본 논문에서는 이 중에서 일반적으로 사용되고 있는 300Ω 발란스형 임피던스 회로와 600Ω 종단 임피던스 회로를 사용하여 선간 잡음 전압(이하 NOISE), 선대지간 잡음 전압(이하 PIF) 그리고 잡음 평형도(이하 BALANCE)를 비교 분석하였다.



(a) 600Ω 종단 임피던스 회로



(b) 무저항 루프그라운드 회로



(c) 300Ω 발란스형 임피던스 회로

또한 다양한 측정 조건 구성을 위하여 그림 1에서 보는 바와 같이 측정단에서 측정을 수행한 후 측정단과 종단의 위치를 바꾸어 동일한 조건에서 측정을 반복하였으며, 이와 함께 케이블 쉬스(sheath)의 접지 여부에 따른 변화를 분석하기 위하여 각각의 경우 쉬스 접지를 하였을 때와 접지를 하지 않았을 때를 구별하여 측정을 수행하였다. 측정 대상 회선은 25페어의 회선을 전부 측정하는 것을 원칙으로 하였으나, 다른 목적을 위해 사용되는 회선을 제외하고 측정하였으며, 또한 측정 결과 불량 회선으로 판단되는 회선은 분석 대상에서 배제하였다. 표 1은 본 논문에서 수행한 종단 회로의 유형에 따른 유도 잡음 전압의 영향을 분석하기 위한 측정 환경 및 측정 조건 구성 표이다. 표 1에서 알 수 있듯이 4가지의 측정 조건 즉, (a) 측정단에서 측정하고 쉬스 접지가 있는 경우, (b) 측정단에서 측정하고 쉬스 접지가 없는 경우, (c) 종단에서 측정하고 쉬스 접지가 있는 경우 그리고 (d) 종단에서 측정하고 쉬스 접지가 없는 경우에 대하여 각 유도 잡음 전압 측정값을 비교 분석하였다.

표 1. 측정 환경 및 조건 구성

측정일시	측정 조건	측정 회선	측정 장비
1/30 14:30	측정단측정	[측정 회선]	[기초파라미터]
1/30 17:00	쉬스접지O	P1~P3, P5~p10, P12, P16, P18~P22	-정전용량측정기(965-DSP) -절연저항측정기 (Megger MIT-400)
1/30 19:00	측정단측정	[타목적회선]	-접지저항측정기 (SATURN-GEO)
2/2 21:50	쉬스접지X	P4, P13~P15, P24~P25	[잡음전압측정기] -MITIGATOR
1/31 15:00	종단측정	[불량회선]	[기타]
1/31 15:00	종단측정	P11, P17, P23	-멀티테스터(FLUKE-170)

III. 측정 결과

상기한 바와 같이 표 1에서 타목적을 위한 회선 및 불량 회선을 제외한 총 16개 회선에 대한 비교 분석을 수행하였으며, 한 예로서 표 2와 그림 3은 P2 회선에 대한 측정 조건별 측정값 비교 표와 비교 그래프를 보여준다. 표 2와 그림 3에서 알 수 있듯이 4가지 측정 조건에서 300옴 발란스형 임피던스 회로를 사용한 경우와 600옴 종단 임피던스 회로를 사용한 경우에서, 조건 (a)는 평균 약 70.1%의 NOISE 값이 감소하였으며, PIF는

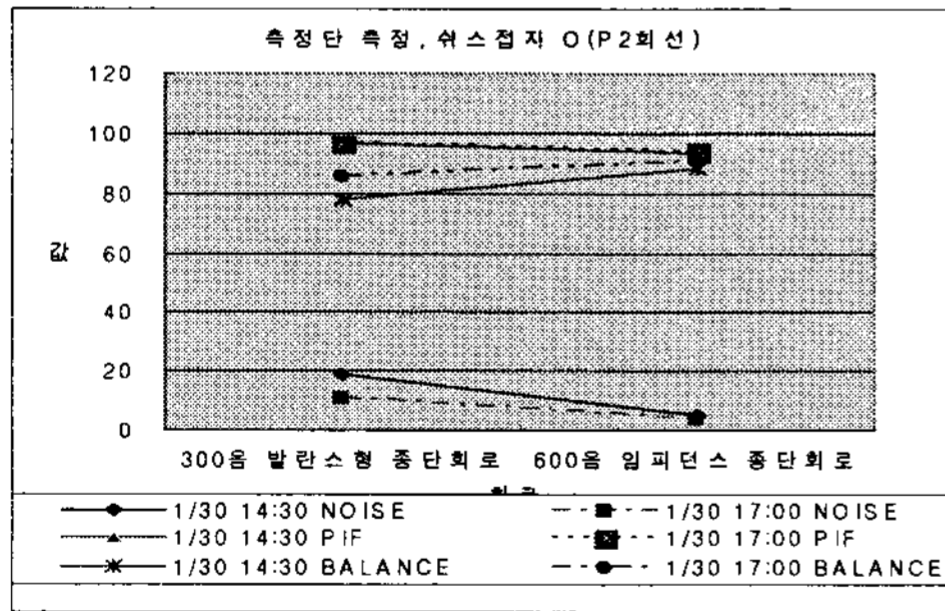
약 3%가 감소하였고 BALANCE의 경우는 약 9.7%의 증가 효과를 가져왔다. 또한 조건 (b)에서는 82.7%의 NOISE 감소, 2.3%의 PIF 감소 그리고 9.1%의 BALANCE 증가 효과를 보였다. 조건 (c)와 조건 (d)에서는 각각 74.1%와 78.5%의 NOISE값의 감소와 6.9% 및 2.1%의 PIF 감소 그리고 7.8%와 17.2%의 BALANCE 감소를 보여 측정값의 증감에 일정한 패턴을 보여주고 있다.

하지만, 본 논문에서 측정 대상으로 사용한 16개 회선 모두가 이런 일정한 패턴을 보이고 있지는 않으며 각 조건에 대해 16개 측정 회선의 전체의 평균 측정값 변화를 표 3에 나타내었다.

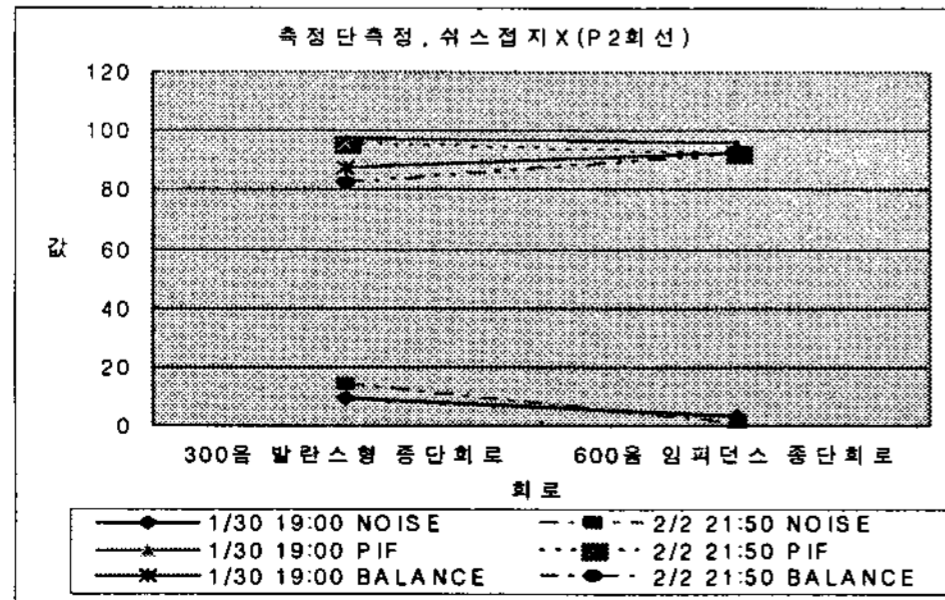
표 2. P2 회선의 측정 조건별 비교표

측정 일자	조건	300옴 발란스			600옴 임피던스		
		N	P	B	N	P	B
1/30 14:30	(a) 측정단, O	19.0	96.8	77.8	4.9	93.4	88.5
1/30 17:00		10.9	96.6	85.7	3.7	94.2	90.5
1/30 19:00	(b) 측정단, X	9.5	97.2	87.7	3	96.0	93.0
2/2 21:50		13.6	95.7	82.1	0.4	92.4	92.0
1/31 15:00	(c) 중단, O	17.4	96.7	79.3	4.5	90.0	85.5
1/31 15:00	(d) 중단, X	19.5	96.9	77.4	4.2	94.9	90.7

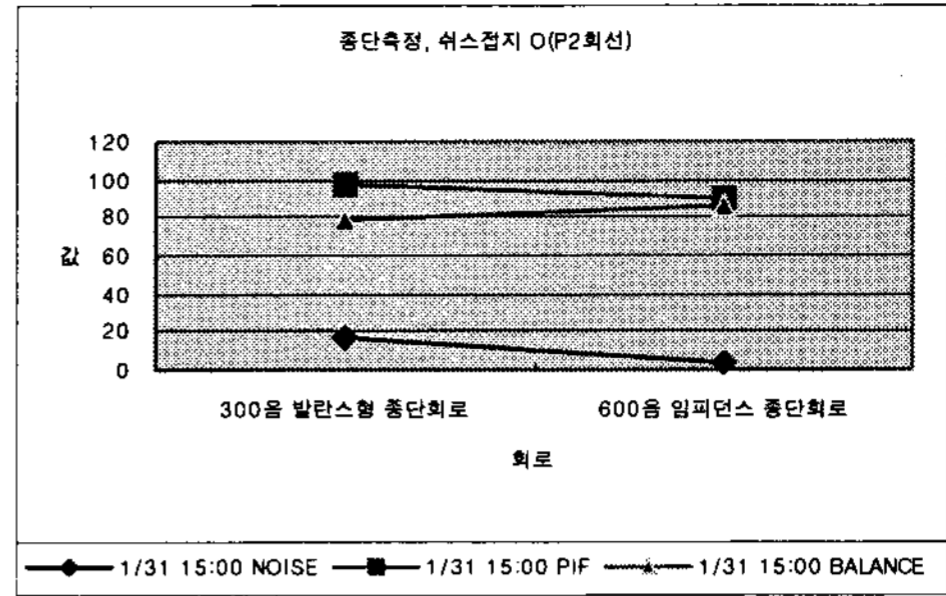
※측정단: 측정단측정, 중단: 중단측정
 ※O: 쉬스접지 있음, X: 쉬스접지 없음
 ※N: NOISE, P: PIF, B: BALANCE



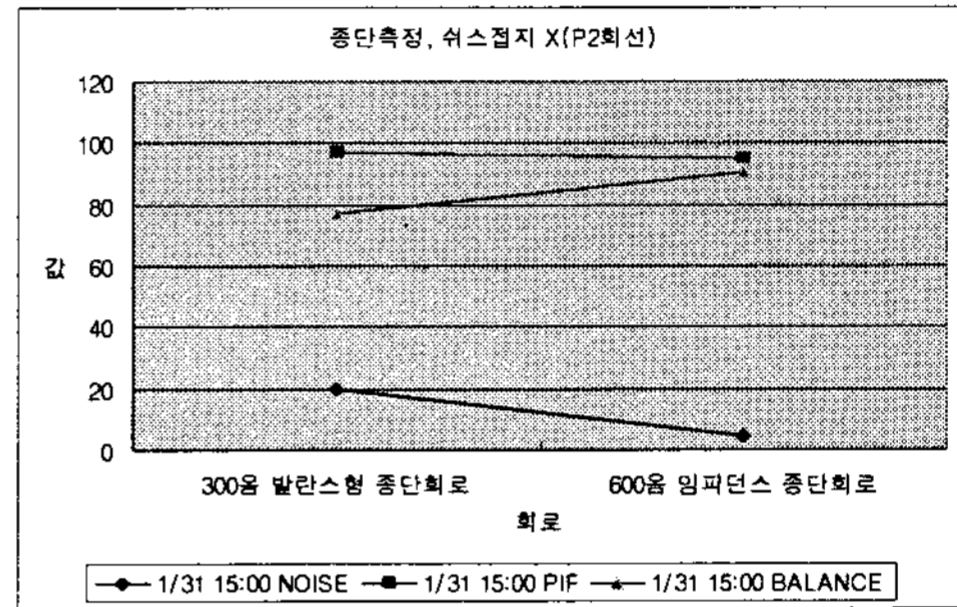
(a) 측정단 측정, 쉬스접지 O인 경우



(b) 측정단 측정, 쉬스접지 X인 경우



(c) 중단 측정, 쉬스접지 O인 경우



(d) 중단 측정, 쉬스접지 X인 경우
 그림 3. P2회선의 측정 조건별 비교 그래프

표 3. 측정 조건별 평균 변화 효과

회선	조건	ΔN	효과	ΔP	효과	ΔB	효과
평균	(a)	-8.0	-46.0%	-3.3	-3.4%	4.7	6.2%
	(b)	-7.5	-26.5%	-2.2	-2.2%	5.3	7.1%
	(c)	-7.9	-31.3%	-5.8	-5.9%	2.2	3.3%
	(d)	-11.0	-49.2%	-16.0	-16.5%	-4.9	-6.3%

표 4. 측정 조건별 평균 측정값 증감표

조건	증/감	N	비율	P	비율	B	비율
(a)	증	4	25.0%	0	0.0%	11	68.8%
	감	12	75.0%	16	100.0%	5	31.3%
(b)	증	4	25.0%	0	0.0%	14	87.5%
	감	12	75.0%	16	100.0%	2	12.5%
(c)	증	2	12.5%	0	0.0%	6	37.5%
	감	14	87.5%	16	100.0%	10	62.5%
(d)	증	0	0.0%	0	0.0%	6	37.5%
	감	15	93.8%	16	100.0%	10	62.5%
	동	1	6.3%	0	0.0%	0	0.0%

표 3에서 알 수 있듯이 본 논문의 측정에 사용된 16개 회선에 대해서 평균적으로 NOISE(N)와 PIF(P)는 600옴 중단 임피던스 회로를 사용한 경

우 300옴 발란스형 임피던스를 사용하여 측정한 경우보다 네 가지 측정 조건의 경우에서 모두 감소하고 있음을 알 수 있으며, 이 두 측정값의 합수로 정의되는 BALANCE(B)는 조건 (4)의 경우에 있어서만 감소하고 다른 측정 조건 (1)~(3)에서는 증가하였음을 알 수 있다. 또한 표 4는 전체 16개 회선 중에서 600옴 종단 임피던스를 사용하였을 경우 각 측정값의 증감현상을 보인 회선의 비율을 보이고 있는데 표 3에서와 같이 네 가지 측정 조건의 경우 NOISE와 PIF가 증가한 회선보다 감소한 회선이 월등하게 많은 것으로 나타났으며, BALANCE의 경우에서만 측정값이 증가한 회선이 다소 많은 것을 알 수가 있다.

시 통신 선로의 접지체 임피던스 크기가 유도 잡음 전압에 미치는 영향 분석”, 정보통신설비학회 하계 학술 대회, 2007년 8월

IV. 결 론

본 논문에서는 전력 유도 전압을 측정하는데 있어서 피유도원인 통신 케이블의 종단 회로의 유형에 따른 유도 잡음 전압의 영향에 대한 논란이 많은 바, 그 영향을 분석하기 위하여 파주의 교외 지역에 유도원과 병행하는 2Km 구간의 통신 케이블을 포설한 후 일반적으로 유도 잡음 전압을 측정하는데 많이 사용되고 있는 300옴 발란스형 임피던스 회로와 600옴 종단 임피던스 회로를 사용하여 유도 잡음 전압을 측정하였다. 측정 결과 동일한 측정 환경 조건 하에서 600옴 종단 임피던스 회로를 사용하여 유도 잡음 전압을 측정할 때 평균적으로 NOISE와 PIF가 작게 측정되었으며 반면, BALANCE의 경우는 이와 반대로 다소 크게 측정되었음을 알 수 있었다.

하지만 이 결과는 측정에 사용된 전체 회선(16개 회선)에 모두 일괄적으로 나타나는 것은 아니며 몇몇 회선의 경우 다소 상이한 측정 결과를 보이고 있어 향후 보다 정확하고 구체적인 측정 환경 조건을 설정하여 두 회로 유형이 미치는 영향에 대한 보다 면밀한 분석을 수행해야 할 필요가 있으며, 또한 본 논문에서는 사용되지 않은 개방형 종단 회로와 무저항 루프그라운드 회로에 대한 영향을 함께 분석하여 전력 유도 전압의 산출 방법에 대한 보다 정확한 기준을 도출해야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 이상무, 이영환, 김용환, 조평동, “통신선로 유도 장애 예측을 위한 유도 전압 산출 기술기준 연구”, 전자통신 동향 분석지, 제 17권 제 4호, pp. 135~144, 2002년 8월
- [2] 전력유도전압의 구체적 산출 방법에 대한 기술기준, 전파연구소 고시 2005-95, 2005년 10월
- [3] 최문환, 이상무, 조평동, “전력 유도 장애