

순시전원품질 변화에 따른 엘리베이터의 오동작에 관한 분석

김기현\*, 김종민\*, 이건호\*, 김선구\*, 윤상욱\*\*

\*한국전기안전공사 전기안전연구원, \*\*산업기술시험원

The analysis for malfunction of elevator equipment by instantaneous power quality

\*Gi-Hyun Kim, \*Chong-Min Kim, \*Geon-Ho Yi, \*Sun-Gu Kim and \*\*Sang-Wook Yoon

\*Electrical Safety Research Institution KESCO, \*\*Korea Testing Laboratory

Abstract - The number of confine-disease of elevator increases every year and then sudden rise, sudden stop, error of level indication, stand; those can bring to uneasiness of elevator passenger and malfunction accidents related life accident are increasing. For confirmation those malfunction accident, we are measuring and analyzing power quality(Sag, Interruption, Harmonic) of the actual site and evaluated the performance for stop and stating by testing the two imitation test equipment with EN12016(2004) standard level. This paper will be used data of the analysis for mutual relation between Power Quality and malfunction and fault of elevator.

모델을 선정하여 측정 장비를 통하여 엘리베이터 제어반 1차 측에 입력되는 전원품질을 측정하고 있다. 실시간 전원품질 측정 설치는 다음 그림 1과 같이 4곳에 설치하여 필요한 파형 및 Event를 분석하고 있다.

1. 서 론

공동용 주택 설립의 증가와 고층 빌딩 건설의 증가로 인해 엘리베이터 설치 수가 매년 15,000 건 이상 신설이 되고 있다. 그에 따른 엘리베이터 사고 및 원인 판명 불가능한 사고가 증가 되고 있다. 2005년 행정자치부 통계 자료에 의하면 2004년 승강기 간헐 사건 구조를 위해 119구조대가 출동 한 건수가 5,511건으로 조사 되었다. 승강기안전센터에서 간헐 사고가 발생한 5,500 장소에 설문하여 회신된 것(479건) 중 공동주택용에(452건) 대해 분석한 결과 간헐 사고의 해결이 단순 전원 리셋으로 재가동되어 해결된 경우가 전체 24%를 차지하고, 보수업체 및 공동 주택 관리사무소에서 관리하고 있는 엘리베이터 보수일지의 분석을 보면 간헐 사고 원인별 분류에 단순 정전이 8.2%, 확인 불가가 7.9%를 차지하는 것으로 조사 되었다[1]. 따라서 본 논문에서는 인명피해 사고와 연결될 수 있는 엘리베이터 진행 중 멈춤, 인명 간헐 사고의 원인을 줄 수 있는 순시전원품질 (Sag, Interruption) 및 고조파 유입에 대한 현장 측정 사례 및 그 시군대에 발생하는 엘리베이터 동작 특성을 조사하였다. 또한 국내에 적용하지 않는(특수용 승강기 제외) 엘리베이터 설비의 내성에 대한 시험으로 인하여 순시전압 품질 변화에 따른 엘리베이터 설비의 동작 특성에 대하여 분석을 하였다. 분석된 자료는 엘리베이터 설비의 전원품질과 오동작의 상호 연관성 분석 및 승강설비의 전기적 장애에 대한 대책을 제시하는데 자료로 이용될 것이다.

2. 본 론

2.1 실시간 전원품질 측정 장비 설치

현장 전원품질 측정 장비 설치는 지역을 고려하여 서울 등 두 곳과 전안, 춘천에 2000년 전후로 설치된 공용화

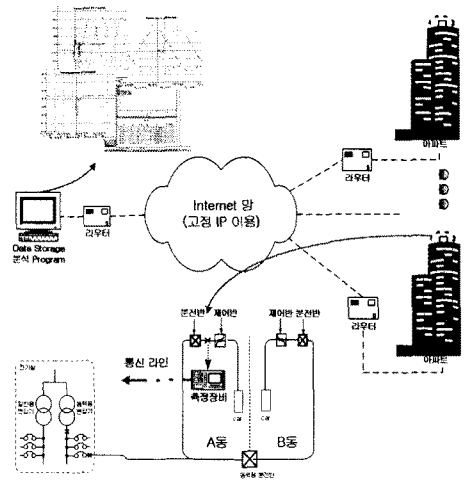


그림 1. 실시간 Elevator 전원품질 측정 시스템

그림에서 알 수 있는 것처럼 보통 공동용 주택 엘리베이터의 전원 시스템은 동력용 변압기에서 전원을 공급하는 시스템을 가지고 있다. 배전반에서 한 개의 Main Circuit Breaker에 보통 한대에서 세대 정도의 엘리베이터가 운행되고 있다.

2.2 엘리베이터 오동작에 관한 분석

2.2.1 순시전압품질 측정 및 분석

실시간 전원품질 측정 장치에서 측정된 파형 중에 엘리베이터의 멈춤 등의 사고를 일으킬 수 있는 순시전압 강하(Sag), 순시정전(Interruption)이 현장에서 발생 되는 것을 확인 할 수 있었다. 그림 2는 측정 장소에 측정된 순시전압강하(Sag) 파형으로 전압크기, 지속시간, 발생 시간 등이 기록 된다. 그림 3은 순시정전 발생 파형 및 지속시간을 측정된 파형이다. 제작사 별로 정확히 인버터 에러를 발생 시키는 전압 level 및 지속시간을 확인 하기 어렵지만 측정된 자료를 확인해보면 Interruption의

경우 단상 131ms(약 7, 8cycle) 경우 예러가 발생을 하였다. 다음 표1은 현장에서 측정된 Sag, Interruption의 발생 시간 및 지속 시간, 측정 전압 level을 표시한 값이다. 대부분 Sag는 1상, 또는 2상에서 발생을 하지만, 3상이 동시에 순시전압강하가 발생하는 경우도 측정되고 있다. 이런 이상 전압이 유입 되게 되면 지속 시간과 전압 level에 따라 차이는 있겠지만, 인버터 예러가 발생을 하고 시간이 길어지면 멈춤 사고 발생 가능성이 높게 된다.

표 1. 측정된 Sag, Interruption의 크기 및 시간 예

Undervoltage	23.071	74.398	L1	06. 1. 4 오후 11:25:58 '248	524 ms
Undervoltage	22.791	84.719	L2	06. 1. 4 오후 11:25:58 '248	524 ms
Undervoltage	28.854	89.205	L3	06. 1. 4 오후 11:25:58 '248	524 ms
Voltage Interruption	15.162	17.383	L2	05. 12. 12 오후 9:11:43 '019	131 ms

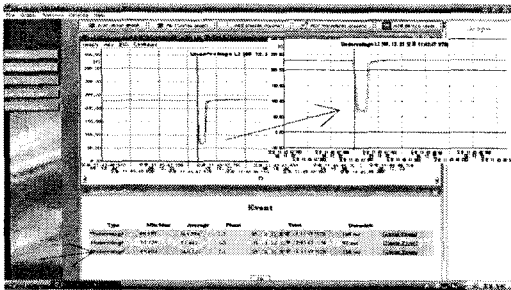


그림 2. 순시전압강하 발생 크기 및 지속 시간

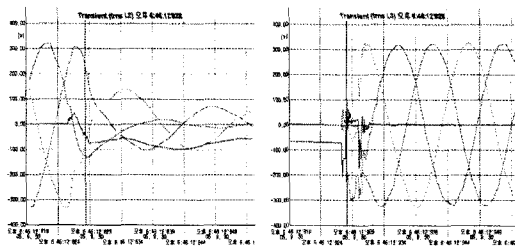


그림 3. 순시 정전(115ms) 발생 과정

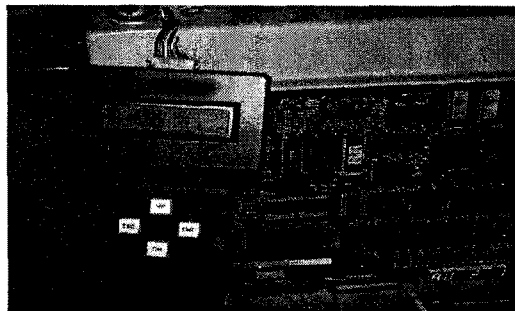


그림 4. Fault Record에 기록된 Undervoltage 예러

그림 4는 표 1과 같은 품질이 인가될 때 승강기 제어반에 예러가 기록이 되는데, 이 기록된 예러를 확인 할 수 있는 장비로 예러를 확인하는 그림이다. 일부 제품에서는 Fault Record에 기록된 예러 발생 시간을 확인 할 수 있어 측정된 이상 전압품질 유입 시간과의 상호 연관성을 비교 분석할 수 있다. 현재 확인된 바로는 노이즈 필터가 장착되어 있지 않은 설비에서 노이즈 유입으로 순간 멈춤의 예러가 발생하고 순시 정전, 순시 전압강하 발생시에 Inverter 예러가 발생하는 것을 확인 할 수 있었다.

## 2.2.2 순시전압품질 변화에 따른 엘리베이터 설비 오동작 분석

엘리베이터 설비가 순시 정전, 순시 전압강하 시에 어떤 현상이 발생하는지를 확인하기 위하여 90년대 후반 2000년도 초반에 가장 많이 설치되어 있는 VVVF 제어 방식을 택하여, 현재 국내 시장에 가장 많은 공급을 하고 있는 기업을 중심으로 2개 모델과 중소기업의 한 모델을 선정하여 두 대의 모델에 대해 시험을 하였다. 한 대 분에 대해서는 추후에 시험을 실시할 할 예정이고 두 대 분에 대한 시험설비 셋트는 EN12016의 규정에 따라 시험설비를 구성하여 분석하였다[8]. 시험구설 장비로는 엘리베이터를 실제 운전하는 것과 같은 효과를 얻기 위해 승객의 하중에 해당하는 부하제어기를 추가로 설치하여 전 부하 용량의 효과를 낼 수 있도록 하였다. 아울러 이들 시스템을 움직이고 이에 따른 운전지령 및 조작을 위한 시뮬레이터를 구성하였다. EN12016에서 순시전압강하/순시정전시험(Voltage dips and interruptions, V-dips)에 관한 규정은 회로망에서 설치상의 오류 또는 부하의 급격한 큰 변화에 의한 전압강하나 차단에 대한 시험품의 내성을 평가하기 위한 시험이다. 표 2에서 알 수 있는 것처럼 1994년도 EN 12016에서 2004년 판으로 바뀌면서 일반기능회로에 대한 시험이 추가 되었고, 안전회로에서 전압강하 기간이 길어졌다. 중요한 점은 기존 판(1994년도 판)에서는 3상기기에 대한 시험은 제외가 되어 있어서 대부분이 3상 전원을 쓰는 엘리베이터 제품의 경우에는 면제가 되었는데 2004년 판에서는 그 문구가 없어짐에 따라서 모두 시험을 통한 검증을 필요로 하고 있다.

표 2. EN12016 (2004) 적용 규정

시험규격	시험 기준	
	일반기능회로	안전 회로
EN 12016, 2004, (IEC 61000-4-11 (2004))	30 % 강하 10 ms	- 30% 강하 10~100ms - 60% 강하 200~1000ms - >95% 강하 5000 ms

그림 5는 시험설비 구성, 인가 및 분석을 확인 할 수 있는 구성도로 그림에서 ①은 제어반으로 규정에 따라 시험전압을 인가하고, ②는 시험전압 및 지속시간에 따라 권상기 입력 전압 및 속도를 분석 하고, ③은 조작반(층 버튼)과 제어변화 분석, ④는 제어반에 입력 신호를 주면서 분석, ⑤는 제어반과 도어 개폐장치의 상호 신호 변화 분석, ⑥는 부하 용량을 제어하는 부하제어 장치이다. 부하제어기는 Full Road 제공 상태에서 시험을 하였다. 순시전압강하, 순시정전에 대한 내성시험은 30% 및 60%의 전압강하를 KSBEN12016 (2002)과 EN12016(2004)의 안전회로 규격에 따라서 30% 전압강하는 10ms부터 100ms까지 10ms의 간격으로, 60% 전압강하는 100ms부터 1000ms까지 100ms의 간격으로 진행하였고, 순시정전은 5000ms 동안 진행하였다.

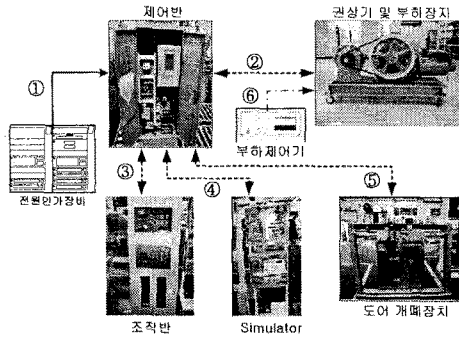


그림 5. 엘리베이터 설비 시험 및 분석 구성도

A모델은 30% 전압강하 시험에서 70 ms 이상의 지속 시간에 대해 승강설비가 멈추었다가 자동복구 되었으며, 60% 전압강하와 순시정전 시험에서는 모두 승강설비가 구동을 멈추었다가 자동복구 되는 결과를 얻었다. B모델은 30% 전압강하 시험에서 70 ms 이상의 지속시간에 대해 설비가 구동을 멈추었다가 자동복구 되었으며, 60% 전압강하와 순시정전(Interruption)에 대해서는 설비가 구동을 멈추었다가 시험이 끝나고 전원을 리셋 한 이후에 성능이 복구되었다. 자동 복구 되어야 하는 모델인 경우에는 이 부분은 Fail이 된다. 이 결과는 현장에서 순시정전, 순시전압강하 등이 발생을 했을 경우 간헐 및 다른 예러와의 연관성이 충분이 있다고 판단 할 수 있는 부분이다.

### 2.2.3 고조파 유입에 따른 오동작 현장 분석

엘리베이터 제어반에 유입되는 이상 전압 및 고조파 등을 측정하기 위하여 엘리베이터 제어반 1차 측(분전반 2차) 측에 전원품질 측정 장비 설치하여 실시간으로 측정 분석하고 있다. 다음 그림 6은 천안 지역에 설치된 실시간 전원품질 측정 장비에 측정된 자료로 엘리베이터 제어반에서 2006. 2.1-3.20일 까지 엘리베이터 전원에 유입된 전류 THD를 표시한 파형이다. 그림에서 확인 되는 것처럼 4번에 노이즈 파형이 유입된 것을 확인 할 수 있고, 그중에서 3.16일 오전10:10-40분 사이에 유입된 고조파에 의해 그림 7에서처럼 엘리베이터 Fault Record에 엘리베이터 멈춤의 예러가 발생된 것을 확인 할 수 있었다. 이 엘리베이터 제어반에는 노이즈 필터가 설치되어 있지 않은 것을 확인 할 수 있었다.

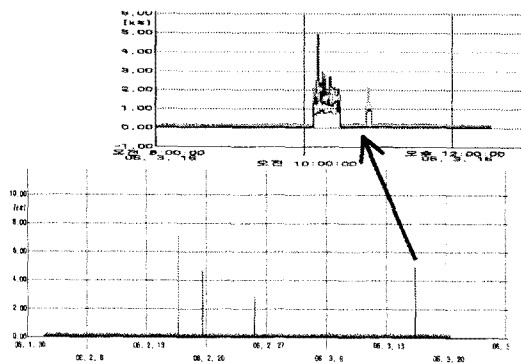


그림 6 고조파 유입 지속 시간 및 level(3~4W)

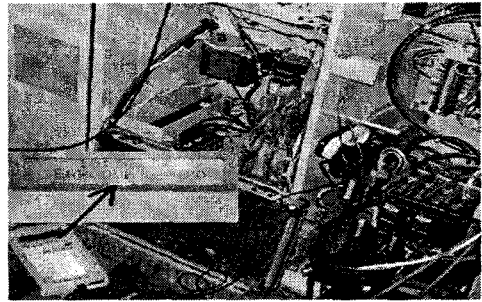


그림 7 Fault Record에 확인된 기록된 예러

### 3. 결 론

엘리베이터 설비의 간헐 및 멈춤, 급정지, 층 표시 오류 등 오동작의 원인 분석을 위하여 현장에 엘리베이터 전원품질 중 순시전원품질을 일정기간 측정하여 발생되는 전원품질에 대해 분석을 하였다. 분석 결과 10-500ms 이상으로 Sag, Interruption이 발생하는 것을 측정하였고, 그 빈도는 측정 장소에 따라 다르지만 한달에 한 두건 이상은 발생을 하는 것으로 조사 되었다. 또한 EN12016(2004)의 안전회로 규격에 따라서 시험한 결과 제품 성능평가에서 30% 전압강하 시험에서 70 ms 이상 지속시간에 대해 승강설비가 멈추었다가 자동복구 되는 것을 확인 할 수 있었지만, 60% 전압강하와 순시정전 시험에서는 한 모델에서 엘리베이터가 구동을 멈추었다가 자동 복구되지 않는 현상을 확인 할 수 있었다. 이 부분은 전원이 공급되었다고 계속해서 간헐 사고가 발생할 수 있는 부분이다. 또한 이는 현장에서 측정되는 순시정전, 순시전압강하 등이 발생을 했을 경우 간헐 및 다른 예러 발생과의 연관성 많은 부분임을 확인 할 수 있다. 또한 현장에서 측정되는 노이즈에 대한 대책이 없는 경우 노이즈에 의한 엘리베이터 멈춤 사고가 발생할 수 있는 부분에 대해 현장 측정 부분과 엘리베이터에 기록된 예러 코드 오동작의 가능성을 확인 하였다. 본 결과는 추후 엘리베이터 설비에 대책 장비(노이즈 필터, 전압보상장비, 서지 보호기 등)를 설치한 후 시험 등을 통하여 엘리베이터 오동작 및 고장 원인을 분석하여 최종적으로 전기적 장애에 대한 대책을 제시하는데 자료로 사용 될 것이다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 공동주택의 승강기 설비에 대한 오동작의 원인 조사 및 고찰, 조명전기설비학회지, 2006. 5
- [2] 한국승강기안전원홈페이지 통계자료
- [3] 승객용 승강기의 재해예방에 관한 연구, 산업안전학회지, 제 17권 2호, 2002년
- [4] 2005년 기술직 연구과제 발표집, 2005.4 한국승강기안전센터
- [5] 승강기 설비의 유지관리, 조명 전기설비학회지, 제 9권 3호, 1995. 6
- [6] 인버터 제어 승강기의 전력소비 특성과 전원설비 계획에 관한 연구, 조명 전기설비학회지, 제15권2호, 2001.3
- [7] 인버터 승강기 시스템의 고조파 실태 분석, 조명 전기설비학회지, 제 8권 5호, 1994. 10
- [8] EN 12016( Electromagnetic Comptability : Product family standard for lifts, escalators and moving walks-Immunity)
- [9] Electromagnetic compatibility(EMC)-Part 4: Testing and measurement techniques-Section 11: Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests(2004)
- [10] Recommended practice for monitoring electric power Quality R(1995)