

엘리베이터용 정전시 비상구출장치에 관한연구

장철호* 이근호 허재영 이정규 김한중 최창식 정종태
LG산전(주) 빌딩시스템 연구소

A study of ALP for elevator

C.H. Jang* G.H. Lee H.J. Hur J.G. Lee H.J. Kim C.S. Choi J.T. Jeong
BUILDING SYSTEM R&D LAB. LG Industrial Systems Co.,Ltd

Abstract - Elevator stops emergently when power failures happen during operation. In that case, the passenger should wait with frightened in the car untill they are rescued by repair man or power resumes. This paper describes an automatic landing device for power-failure(ALP) that consists of UPS and battery charge control system. The excellence of the ALP operation is verified by experiments in elevator test tower.

성과 경제적인 장점이 있는 반면에 군을 구성하는 엘리베이터가 많은 경우에는 구출운전 시간이 길어지는 단점이 있다. 건물층 입장에서 비상전원 설비용량의 증가에 따른 경제적 부담이 증가하는 단점이 있다.

1. 서 론

엘리베이터가 정상운행중에 정전이 발생하면, 엘리베이터는 비상정지를 하게 되고 카(car)내부에 갇힌 승객은 구출원에 의해 구출되거나, 전원이 재투입될 때까지 초조하고 불안한 마음으로 구출되기를 기다려야 한다. 일반적으로 정전이 발생하여 엘리베이터가 비상정지를 하게 되면, 비상용 전원(battery)장치가 엘리베이터 제어회로와 인버터 장치에 전원을 공급하여 엘리베이터를 제어함으로써 카내부에 갇힌 승객을 구출하게 된다. 이러한 장치를 ALP(Automatic Landing Device for power failure) 또는 ARD(Automatic Rescue Device)라 부른다.

현재 대부분의 엘리베이터 제조업체에서는 자체개발을 추진하고 있지 않으며 수입에 의존하거나, Local수배를 하기 때문에 승강기 전체의 cost 절감 및 신뢰성향상에 크게 기여하지 못하고 있다. 따라서 cost절감과 낙후된 신뢰성을 향상시키는 것이 우선 과제이다. LG산전(주)은 이러한 문제점을 개선하고 외국선진업체의 제품보다 기능 및 성능에서 절대 우위를 확보할 수 있는 독자 모델을 1996년 개발 완료하였다.[1]

본 연구에서는 엘리베이터용 ALP에 대한 구성별 특징을 살펴보고, LG산전(주)의 독자 모델인 UPS형 ALP에 대한 기술적 구성과 제어특성을 엘리베이터 시험탑에서 시험한 결과로 그 우수성을 입증하고자 한다.

2. 본 론

2.1 자가발 관제 운전

건물에 자가발 전원설비가 있는 경우에 정전이 발생하면 비상발전시의 출력전압이 엘리베이터에 공급되어 구출운전을 실시하게 된다. 자가발 관제 운전을 하기 위하여 엘리베이터 3~8대를 1군(group)으로 구성시키고, 정전시에 군을 구성하고 있는 엘리베이터를 1대씩 순차적으로 피난층으로 대피시킨다. 자가발 관제 운전에 의한 구출운전은 엘리베이터 입장에서 간단한 기술적 구

2.2 ALP 운전

2.2.1 외장형 ALP

그림 1은 외장형 ALP의 구성도를 나타낸다. 정상운전 시에는 엘리베이터제어반이 3상 전원전압을 받아 유도전동기를 구동하여 엘리베이터를 운행시키고, 정전시에는 ALP 제어반이 유도전동기를 구동시켜 구출운전을 하게 된다.

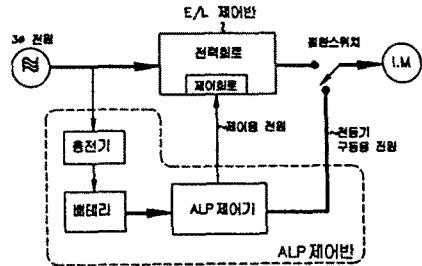


그림 1. 외장형ALP의 구성도

외장형ALP는 엘리베이터 제어반의 제어회로가 간단한 장점이 있는 반면에 정밀한 위치제어 및 속도제어가 어렵고 엘리베이터 제어반과의 인터페이스가 복잡하고 전체 cost가 상승하는 단점이 있다.

2.2.2 내장형 ALP

그림 2는 내장형ALP의 구성도인데, 외장형ALP와 다른 점은 정전시에도 엘리베이터 제어반이 유도전동기를 구동하여 구출운전을 하게 되고 ALP제어반은 단지 엘리베이터 제어반의 전원을 공급하는 기능만을 가진다. 내장형ALP는 ALP제어반의 제어회로가 간단해지고 전체 cost가 저렴한 것이 장점이지만 배터리에 의해 전력을 전원을 공급해야 하기 때문에 유도 전동기가 회생동작을 하게 되면 회생처리가 다소 복잡해지고 별도의 배터리 충전장치가 필요하게 된다.

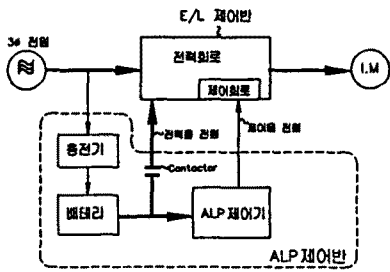


그림 2. 내장형 ALP의 구성도

2.2.3 UPS형 ALP

UPS형 ALP는 외장형 ALP와 내장형 ALP의 단점을 보완한 시스템이다. 그림 3은 UPS형 ALP의 구성도이다. 구출운전시 엘리베이터 제어반이 유도전동기를 구동하는 것은 내장형 ALP와 동일하지만 내장형 ALP의 단점인 회생처리와 인터페이스 처리의 복잡함을 해소하기 위하여 제어전원과 전력용 전원을 별도로 구분하지 않고 엘리베이터 제어반에 3상 전원을 공급한다.

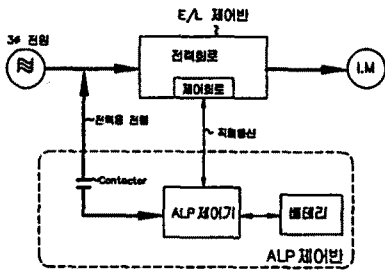


그림 3. UPS형 ALP의 구성도

또한 배터리용 충전기를 별도로 구비하지 않고 UPS용 인버터 장치를 충전기 장치와 겸용으로 사용하기 때문에 ALP제어반을 compact화 할 수 있고, 전체 cost를 하락시킬 수 있다.

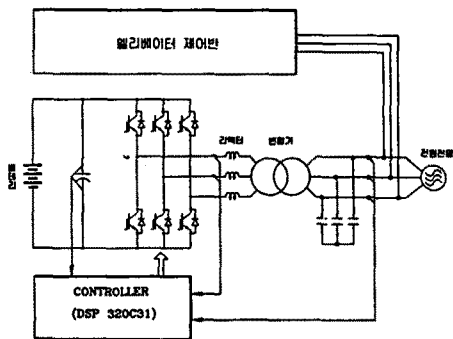


그림 4. ALP의 주회로 구성도

A. 충전기 모드

그림 4는 ALP의 주회로 구성도이다. 3상 전원전압이 평형이라 가정하고 컨버터의 입, 출력회로를 전압방정식으로 나타내고 이를 전기각속도 ω 로 회전하는 동기좌표계 d-q로 변환하면 식(1)과 같은 제어식으로 표현된다.

$$V_q = K \cdot (I_q^* - I_q) - \omega \cdot L I_d + E_q$$

$$V_d = K \cdot (I_d^* - I_d) - \omega \cdot L I_q \quad \dots\dots\dots(1)$$

전원전압 E_a 상을 q축에 일치시키면 $E_d=0$ 되고, $I_d=0$ 로 제어함으로써 기본과 역률이 1로 유지됨을 알 수 있다. 즉 $V_d = \omega L I_q$ 가 되도록 제어하면 역률을 1로 유지하면서 충전에 필요한 전류 및 전압을 제어할 수 있다.

B. UPS 모드

DC파워를 AC파워로 변환시키는 인버터의 출력단에 변압기와 콘덴서가 연결되고 변압기의 상호리액턴스와 누설 리액턴스 및 콘덴서의 조합으로 근사화시킨 간이동가회로가 그림 5로 나타낸다.[3]

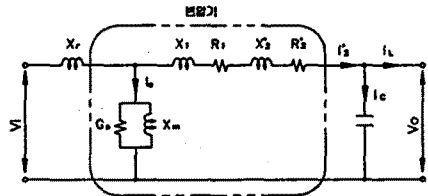


그림 5. 인버터 출력단의 간이동가회로

출력단의 LC필터는 변압기의 누설리액턴스와 콘덴서의 성분으로 구성되어진다. 제어가 고려된 전달함수는 식(2)로 표현할 수 있다.

$$G(s) = \frac{K_p \cdot s + K_I}{L \cdot C \cdot s^2 + R \cdot C \cdot s + 1} \quad \dots\dots\dots(2)$$

3. 실험 결과

실험에 사용된 인버터장치는 스위칭 주파수가 8[kHz], IPM IGBT를 사용하였으며, 제어용 프로세서는 고속연산용 DSP TMS320C31을 사용하였다.

그림 6은 ALP장치가 충전기모드로 동작할 때의 입력전압과 전류파형으로서 역률 1 제어가 됨을 알 수 있다.

그림 7은 엘리베이터 제어반에 공급되는 전압파형으로서 엘리베이터가 정상운행중에 정전이 발생하여 ALP제어반이 UPS모드로 동작하여 교류전압을 엘리베이터에 공급한다.

그림 8은 UPS모드에서의 전압파형을 나타낸 것으로 (a)는 엘리베이터가 정지상태에서의 전압파형이고, (b)는 운행상태에서의 전압파형을 나타낸 것이다.

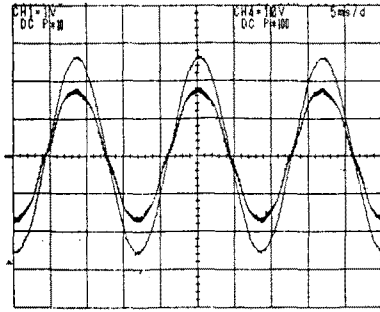


그림 6. 충전모드시의 입력단 역률특성

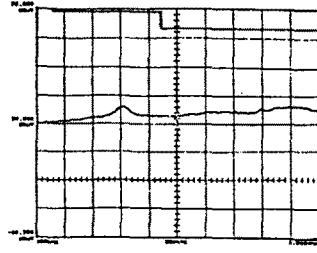


그림 9. EMI 특성 (150kHz-1MHz)

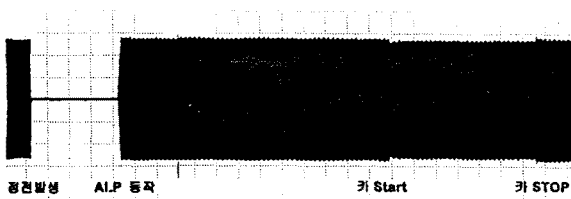


그림 7. 엘리베이터 입력단의 전압 Regulation

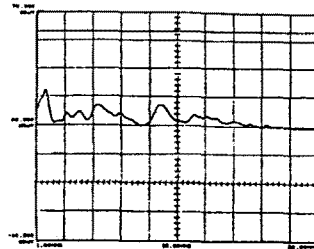
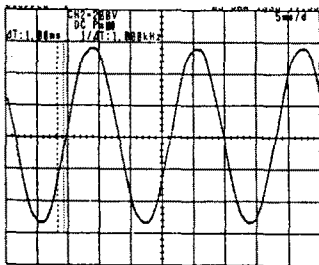
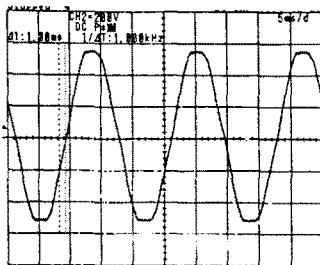


그림 10. EMI 특성 (1MHz-30MHz)



(a) 출력전압 파형 (엘리베이터 정지상태)



(b) 출력전압 파형 (엘리베이터 운전상태)

그림 8. UPS모드시의 출력전압파형

그림 9, 10은 UPS모드로 운전할때의 EMI특성을 측정함으로써 상부의 굵은 선이 CISPR pub. 22 CLASS A의 기준선을 표시한 것인데, 측정결과 우수한 EMI특성을 나타내고 있다.

4. 결론

엘리베이터가 정상운행중에 정전이 발생했을 때 카(car) 내부에 갇힌 승객을 구출하기 위한 장치로서의 구성과 동작특성을 제시하여 설명하였고, 또한 우수한 제어특성을 엘리베이터 시험탑에서 시험한 결과에 의해 입증하였다. 이상으로 LG산전(주)이 개발한 UPS형 ALP의 특징을 요약하면 다음과 같다.

- 엘리베이터 속도제어 특성이 우수하고 신뢰성이 항상
- 인터페이스 처리가 간단하여 표준화가 가능
- 별도의 충전장치가 없으므로 ALP제어반이 compact하다
- 양질의 전원을 엘리베이터 제어반에 공급한다.
- 충전시 역률 1제어에 의해 소비전력이 절감된다.
- 전체적으로 시스템의 cost가 절감된다.

(참고 문헌)

- [1] 장 철호, "엘리베이터용 ALP", LG산전 기술지, 6월호, 1997
- [2] 이 경규, "DSP를 이용한 고성능 충전제어", 대한전기학회 부산.경남추계 학술대회, p.139-143, 1995
- [3] R. Parikh, "Modeling, Simulation and Analysis of an Uninterruptible Power Supply", IEEE, p.485490, 1994
- [4] Youichi Ito, "Digital Control of Three-Phase PWM Inverter for UPSs Using Dead-Beat Observer", PCC-Yokohama, p.79-84, 1993
- [5] K.Jezernik, "MICROPROCESSOR CONTROLLED INVERTER FOR UPS APPLICATION", EPE, p.1121-1125, 1989