

엘리베이터 자동문제어 인버터 개발

김중구* 최옥돈* 정명길* 최세경* 유제환*[○] 한성봉**
 *현대중공업(주) 중앙연구소 **현대엘리베이터(주) 연구소

Development of Inverter for Elevator Door Control

J.K Kim* U.D Choi* M.K Jung* S.K Choi* J.H Yun*[○] S.B Han**
 *HHI R&D Center **HELCO R&D Center

Abstract

Most of the elevator door controllers have been controlled by DC Motors as an actuator. Recently, The control system using AC induction motor and general purpose inverter has been applied to control of elevator door. But there are some difficulties in making use of this system, such as adjustment of door speed pattern, door open-close time, and security of passenger safety.

In order to solve these problems, a special inverter has been developed with an encoder feedback.

From the result of field-test, we proved that a special inverter with encoder feedback device has come to considerable effect. Until now about 1,200 sets of these inverters are operated in Korea and about 100 sets are operated in South-east Asia.

1. 서론

엘리베이터는 현대사회의 필수적인 문명의 이기로서, 현재 국내에 약 10만대의 엘리베이터가 운행중인 것으로 알려져 있다. 따라서 승객에 대한 안전성의 향상과 보수유지의 간소화 및 승객의 불안감을 줄이면서 엘리베이터의 유용성을 향상시키는 기술적 노력이 계속되고 있다.

본 연구개발은 자동문 제어 구동원을 DC Motor에서 상대적으로 값이 싼 AC 유도전동기를 사용하여, Brush의 마모가 없어 보수유지 또한 간소화 되었다.

또한 범용 인버터로서는 구현하기 어려운 기능을 전용화 함으로서 현장설치 작업시간을 대폭 줄이고 승객의 안전을 위한 기능을 추가 하였다.

2. 엘리베이터 자동문의 구조

본 연구개발에 적용된 엘리베이터 자동문의 사양을 표 1.에 나타냈다. Center Open 방식은 가장 널리 쓰이고 있는 대표적인 자동문 열림방식이다. 자동문에

표1. 적용가능 자동문 사양

열림방식	Center Open
	Side Open
구동 Type	Wire Rope Type
크기(Size)	700mm ~ 1500mm
무게(Weight)	80 ~ 155 kg
주행시간(Travel Time)	1.5 ~ 3.0 sec

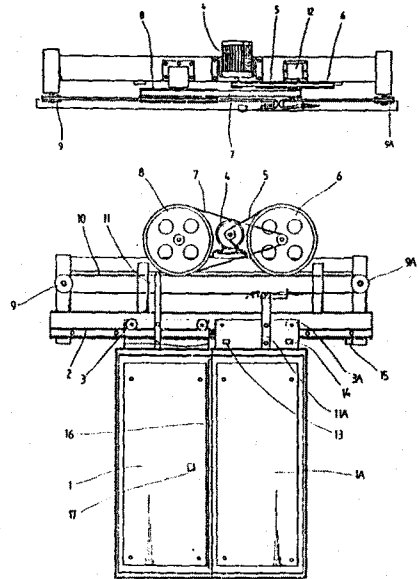


그림 1. 적용된 자동문의 기계적 구조

동력을 전달하는 방식은 Wire-Rope Type인데, Link 방식에 비하여 구조가 간단한 반면, 구동력이 자동문의 상단부분에 있는 Wire-Rope에만 의존하기 때문에 안정감 있는 자동문 제어에 어려움이 있다.

Center Open 자동문의 기계적구조를 그림 1.에 나타냈다.

3. 자동문 인버터 구조와 기능

가. 자동문 인버터의 사양 및 내부구성

자동문 인버터의 개발 사양은 표2.와 같다. 그림2.에는 자동문 인버터의 내부 구성을 도시했다. 자동문은 입력 신호를 상위 Device로부터 Relay 접점으로 받아 입출력 인터페이스 회로를 거쳐 마이크로프로세서(CPU)에 입력한다. CPU는 주변 입력장치를 통하여 Door Size, Door Speed 등을 입력받아 자동문의 운전 제어를 수행한다. Belt-Pully에 장착된 Encoder는 자동문의 이동거리를 CPU에 전달하여, Speed Pattern 제어를 할수 있도록한다.

표2. 자동문 인버터 사양

항목	사양
정격용량	300VA
입력전압	AC 1ϕ 220V
출력전류	1.5A(rms)
출력주파수	0.5Hz~60Hz
제어방식	전압형 PWM 제어
과부하내량	150%
보호기능	OC,OV,UV,OS
스위칭주파수	10KHz
주회로소자	IGBT
주위온도	-10 ~ 50℃

나. 내부 기능

표 3.에 내부 기능을 나타냈다.

OPEN 및 CLOSE 기능은 자동문이 완전개방및 완전 폐쇄상태에서 상위 Device로부터 각 명령을 받았을 때 동작한다. Re-open 기능은 CLOSE 동작중에 안전장치(Safety Edge) 신호검출이 되면 감속정지 했다가 역방향으로 가속하여 OPEN 동작으로 동작을 완료한다.

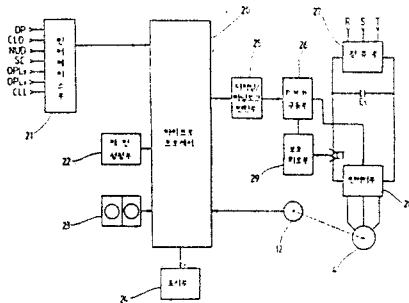


그림2. 인버터 내부 구성도

Nudging Close 기능은 상부로부터 CLOSE 명령과 Nudging 명령을 동시에 받으면 정상적인 CLOSE Pattern의 절반(1/2) 속도로 CLOSE를 수행하며, Safety Edge가 검출되면 Re-open 하지않고 감속정지 했다가 해제되면 다시 Close를 수행하여 승객의 탑승을 제한한다.

억지열림 방지 기능은 승객의 안전을 위한 기능으로서 승강기 주행시 저속의 닫힘력을 자동문에 인가하여, 자동문의 억지열림을 방지하여 승객을 보호한다.

순간정전시에는 Under Voltage(UV)를 표시하고 동작을 정지한후 5초 안에 복전되면 정상 기능을 수행한다.

Over Speed 방지 기능은 Encoder의 동작이 기계적인 문제로 Pulse가 제대로 발생되지않아 자동문의 이동거리가 제대로 검출되지 않을경우 자동문을 OPEN 상태로 두고 OVER SPEED ERROR(OS)를 표시하고 동작정지하는 기능이다.

표3. 내부 기능

기본기능	OPEN,CLOSE	저,중,고속 (3패턴)	
	Soft Re-open	감속시작점 조종 (자동문위치제어)	각패턴당 16 point 조종 가능
안전기능	Nudging Close	억지열림방지	승강기 주행시
	OS 방지 기능	최소패턴운전기능	엔코더 고장시
	자동 복귀기능		엔코더 고장시
			순간정전후 복전시

4. Speed Pattern 제어

그림 3.에 700mm 자동문 Size의 Speed Pattern을 도시하였다. 1번 Pattern을 기본 Pattern으로하여 미세 이동거리 스위치를 조종하면 각 자동문 Size 당 16가지의 Pattern을 만들수 있다. 미세이동거리 스위치 값은 Encoder를 통해 입력되는 자동문의 이동거리값과 비교하여 감속 시작 Ponit를 인식하게된다.

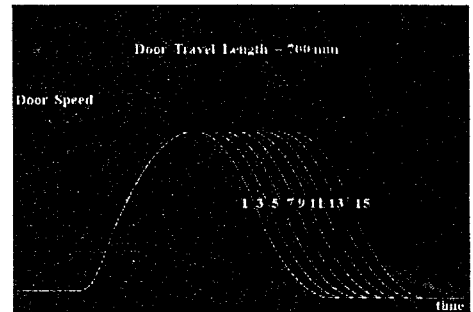


그림3. Speed Pattern Simulation (700mm/고속패턴)

그림 4.는 Re-open때 자동문운전 Pattern계획을 도시한것이다. 구간1.에서의 Re-open은 서행 Re-open (Jogging Re-open)으로 동작하며, 구간2.에서는 이동거리 Feedback이 고려되지 않은 Re-open, 구간3,4는 Feedback이 고려된 Re-open 구간이된다. Encoder 고장 발생시는 파선으로 표시된 최소 Pattern으로 운전하여, 승객을 보호한다.

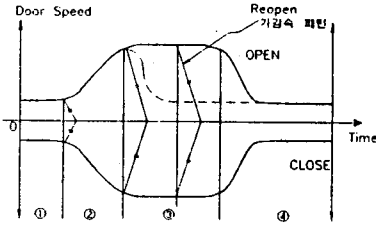


그림4. Re-open 시 Pattern 운전 계획

4. 시험 결과

그림5.에서 그림10.까지는 실제 적용현장에서 각 기능에 따른 자동문의 Speed Pattern을 측정 한 것이다



그림5. Full OPEN speed pattern(800mm/고속패턴)



그림6. Full CLOSE speed pattern(800mm/고속패턴)



그림7. 정속도 구간에서 Re-open 패턴



그림8. CLOSE 시 억제력 인가후 해제시의 패턴유지



그림9. Nudging Close 패턴(1회 Stop)

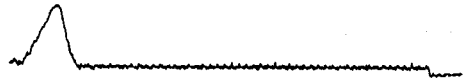


그림10. Encoder 고장시 최소 패턴운전

5. 결론

그림 11.은 개발된 자동문 인버터의 외형을 나타낸 것이다. 본 개발품을 약 1년간 현장적용한 결과는 다음과 같다.

1. AC 유도전동기의 사용으로 비용절감 및 보수유지를 간소화 되었다
2. 내부 프로그램을 전용화하여 현장설치 및 조종이 간단하고, 동작불량으로 인한 사고민원 접수가 크게 줄었다.
3. Encoder Feedback을 사용한 Speed Pattern제어방식을 사용하여 부드러운 Speed Pattern을 구현함으로써 승객의 불안감을 줄이고 위치센서의 고장으로 인한 사고를 줄였다.

향후에는 엘리베이터 전용의 사용자 편의를 돕는 기능을 강화하여, 지금의 Center Open Door 이외에도 Side Open Door 및 고속엘리베이터용 Heavy Door에도 적용대상을 넓혀서 해외 수출에 주력할 계획이다.



그림11. 개발된 자동문 인버터 외형(155×255mm)

참고 문헌

1. Takachi Kenjo " Power Electronics for the Microprocessor Age", Oxford University Press, 1990
2. Paul C. Krause, " Analysis of Electric Machinery", McGRAW-HILL, 1987
3. Benjamin C. Kuo, " Automatic Control System ", 1982