

IGBT 인버터를 사용한 저속 표준형 엘리베이터의 개발

김병하, °박상영, 황수철, 서명석, 백종현, 한권상, 정유철, 김지현, 이정구
 금성기전(주) 주안 연구소

The development of a low speed standard type elevator with an IGBT inverter

Byoung-Ha Kim, °Sang-Young Park, Soo-chul Hwang, Myung-Seek Seo, Jong-Hyun Back, Gueon-Sang Han,
 You-Chul Chung, Ji-Heon Kim, Jung-Gyu Lee

GoldStar Electric Machinery Co., Ltd. Juan R&D Lab

Abstract

This paper presents a low speed (1m/sec) elevator controller with a IGBT inverter (9.5KW). The major engineering problems of this development are noise suppression, thermal-dissipation and reliability improvement. The characteristic marks of this elevator are a single board controller, 40% reduced component, 40% reduced cubic content, EMI filter, vector controlled IGBT inverter.

I. 개요

최근 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)의 보급화 추세에 따라 IGBT를 이용한 엘리베이터 제품들이 본격적으로 출하되거나 출하 준비단계에 있다. 이러한 기술 발전 추세에 따라 당사도 IGBT 벡터제어 인버터를 이용한 신형 엘리베이터를 양산하게 되었다.

이 제품 개발시의 주요 목표는 다음과 같다.

- * 단시간 개발과제(양산까지 15개월)
- * 벡터제어 IGBT 인버터 채용
- * Gate Array 채용으로 제어회로 단순화
- * 주요 사양 표준화/소형화

당 연구소는 그 동안 축적된 기술과 경험을 토대로 신제품의 개발에서 양산 준비에 소요되는 시간을 최소화하였다.

본 제품의 특징은 제어기판을 하나의 기판으로 줄였고 제어반 부피와 총 부품수를 기존의 제품보다 40% 줄였으며, CISPR Class A 규격을 만족하는 전도노이즈 제거 필터를 부착하였다.

II. 구조와 특징

그림 1과 그림2에 제어반의 외형 모습이 있다. 주 제어 기판이 앞에 있고, 인버터는 뒤에 부착된다. 기타 조작 스위치는 모두 주 제어 기판에 부착된다. 인버터의 주요 특징은 다음과 같다.

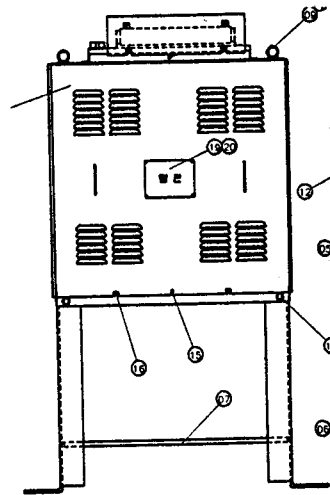


그림 1. 제어반 외형도

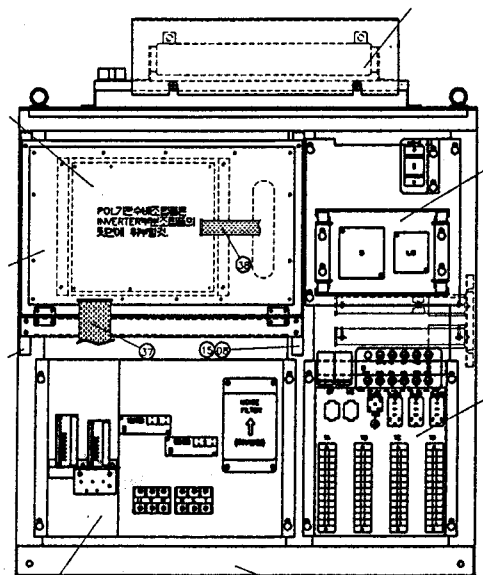


그림 2-1 제어반 내부 (앞)

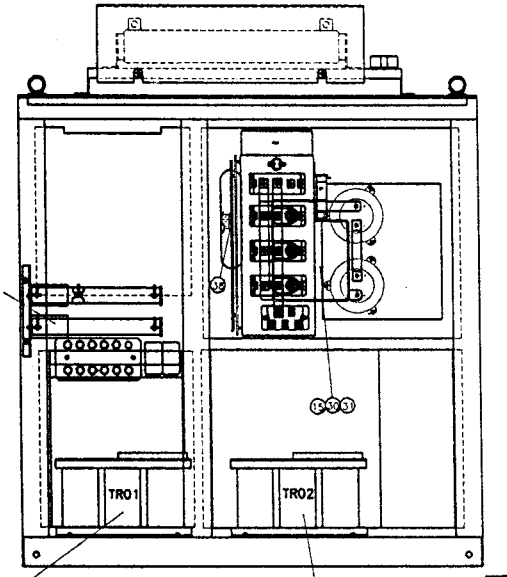


그림 2-2 제어반 내부 (뒤)

표 1 IGBT인버터의 특징

분류	내용
사용소자	IGBT(1200V, 100A)
반송파 주파수	10kHz
Dead-time	10us
정격 입력전압	380V AC rms
정격 출력전압	310V AC rms
정격 출력전류	23A rms
정격 출력	9.5kW

속도제어계의 블럭선도는 그림 3과 같다.

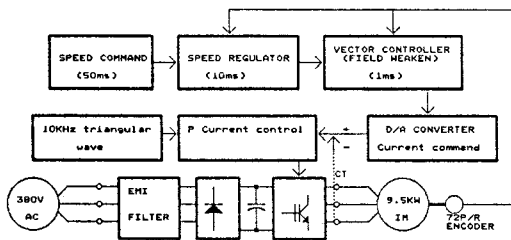


그림 3. 속도제어계의 블럭선도

III. 노이즈 및 방열 대책

IGBT인버터는 트랜지스터 인버터에 비해 스위칭속도가 빠른 3세대 IGBT라고는 하지만 도통손실이 크다. 스위칭시 전압/전류의 상승/하강속도가 빠르므로 당연히 노이즈가 증가하고, 손실이 큰 관계로 방열판 온도 상승이 트랜지스터인버터에 비해 크다고 알려져 있다.

엘리베이터 제어반의 노이즈 문제는 아직까지는 국내 규격이나 규제가 없으나, 앞으로 국내에서의 인버터 노이즈 문제가 급격히 문제가 될 것으로 예상되며, 실제 사용자의 요구가 있는 것으로 파악되었고, 외국의 IGBT 엘리베이터에서도 노이즈 대책이 필수로 파악되어서 이번 개발에는 특별히 고려하였다.

이러한 노이즈 문제를 해결하기 고려한 대책은 아래 표2과 같다.

표 2 노이즈 대책

항목	대책	비고
Gate Driver	회로는 Maker측 제공회로 그대로 사용	가장 문제가 적음
	Gate 접속저항값을 권고치보다 10배 크게 사용	손실 증가/노이즈 감소
	Gate Drive용 전원공급을 상용 3상 전원 변압기 사용	SMPS 사용시 보다 노이즈감소/수명증가
	Gate Drive와 IGBT간 거리 최소화	기생 인덕턴스 감소
인버터 자체	버스 플레이트 구조	주석도금 3t
	스누버용 콘덴서 선정에 유의	Network Analyzer (HP4194A)로 10MHz까지 측정
	콘덴서 절연판(BMC) 방열판 고정판(유리 에폭시) 사용 제어반과의 절연저항 강화 및 정전결합 감소	고장시 누전차단기능
제어반 설계	사시가 차폐가 되게 페인팅하는 경우에도 전기적인 결합이 되게 조치	차폐기능강화
	인버터 부와 제어기판 사이에 2중 아연도강판 차폐	복사노이즈 차단
노이즈 원 고려	제어용 변압기를 커트코어 변압기를 사용, 1차코일과 2차코일 사이 접지판 넣어 노이즈 줄임	전도노이즈 감소
	제어용 SMPS를 FCC Class-B에 맞는 것 개발 사용	국산SMPS
노이즈 필터 부착	노이즈 80dBuV에서 60dBuV로 줄임	국산노이즈 필터
금속관 배관	방사노이즈 억제를 위해 동력배관을 금속관을 사용	제어반에 금속관 커플링 결합판을 아연도금

엘리베이터 제어반의 경우 수명이 20년을 보장하여야 하는데 수명과 가장 관련있는 것은 온도상승으로 특히 인버터의 방열판 온도 상승에 대비하여 고려한 사항은 다음과 같다.

표 3 방열 대책

항목	대책	비고
방열판	용접되지 않는 대형 방열판 사용(용접 불균일로 부분가열 문제 해결)	244*124*350의 크기의 방열판을 124*124*300으로 줄임
냉각팬	소비전력과 풍량 비교	성능차이가 매우 심함
공기흐름	방열판의 공기 흐름이 자연 대류 가능한 구조	

V. 신뢰성 향상 대책 및 실험 결과

이번 제어반을 설계하며 신뢰성을 높이기 위해 다음의 표4의 내용에 중점을 두었다.

표 4 신뢰성 향상 대책

사항	내용
부품수 감소	제어회로 HIC화
	회로 ASIC화
전력용 부품 안전을 강화	
방열판 열 복사판	직류 전해 콘덴서 보호
신뢰성 시험 실시 (100% 부하, 연속운전 중 실시)	+50도 50시간 연속 운전
	내노이즈(2,000V 1uS)
	정전기(외함 10KV)
	정전기(PCB부품 10KV)

$$\lambda = K \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (1)$$

와 같은 식의 형태이다.

이 식을 근거로 제작된 제어반의 MTBF를 구해보면 1.63년 (14,307시간)이 된다(K=1, 온도 25°C)

노이즈 측정은 CISPR(국제무선장해 특별위원회)의 정보통신 기기에 대한 규격인 Pub.22 Classe A(산업환경)을 기준으로 하였다. LISN은 KNW-408(3상 440V, 25A)이고 주파수 분석기는 Advantest사의 R3361A를 사용하였다. 측정결과는 그림 4와 같다.

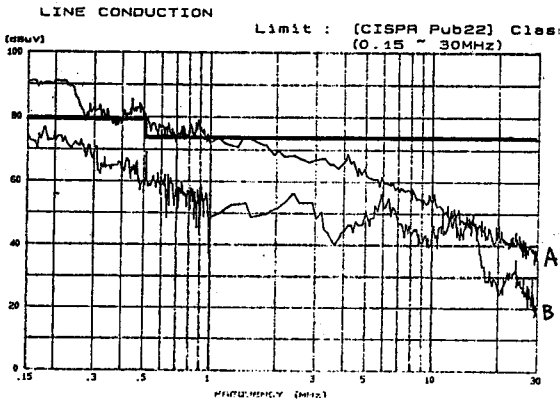


그림 4. 노이즈 필터 부착전과 부착후의 전도노이즈

A : 부착전의 노이즈, B : 부착후의 노이즈

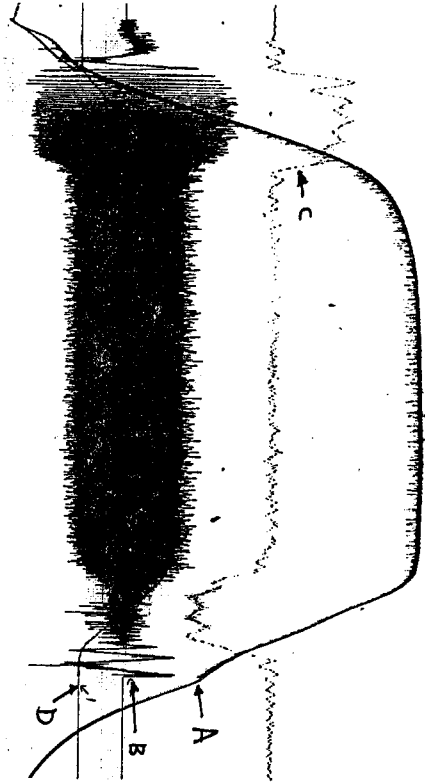


그림5. 전부하 1층 -> 4층 동작실험

A : 모터단 전압(310V rms), B : 모터 전류(최대 23A)
C : Car 진동 (최대 30Gal), D : 속도 지령

기계실 소음은 모터에서 수평 1m 측정시 65dB(A)이하로 나타났고 50°C 항온실에서의 방열판 온도상승은 10°C 이하이다.

IV. 결론

본 제품 개발의 주요 목표는 다음과 같다.

- * IGBT 벡터제어 인버터 채용
- * Gate Array 채용으로 제어회로 단순화
- * 표준화/소형화
- * 가격 절감
- * 신뢰성 향상

이러한 목표에 맞는 소형 IGBT인버터 엘리베이터를 개발하였다.

참고문헌

- [1] Mitsubishi Electric, Mitsubishi Power Module 1993, 1993
- [2] Advantest corporation, EMC Measurement system Guidebook, 1990
- [3] 금성기전, VP-L3 제어반 MTBF, 1993