논문 2011-48SC-4-7

전동차 전기식 플러그도어 출입문 제어 장치 개발

(Development of Door Control Unit for the Electric Plug-in Door of Subway Train)

정 의 진*

(Eui Jin Joung)

요 약

전동차 출입문은 포켓 슬라이딩 도어, 아웃 슬라이딩 도어, 플러그 도어로 구분된다. 현재 국내 전동차의 표준규격으로 제시되어 있는 포켓 슬라이딩 도어는 철도차량이 고속화됨에 따라 소음 및 외풍의 차단이 어려운 단점이 있으며, 아웃 슬라이딩 도어 역시 소음 및 외풍차단이 어려운 시스템이다. 반면에 플러그 도어는 최근 철도차량이 고급화됨에 따라 고속철도에 적용되던 출입문을 전동차에 적용하면서 쓰이게 된 도어시스템으로 승차감 개선에 소음이 중요한 위치를 차지함에 따라 소음에 강한 플러그 도어 시스템이 주목받고 있다. 이러한 이유로 차세대전동차에 적용할 목적으로 전기식 플러그 도어를 개발하여 시험 진행 중에 있다. 플러그 도어를 구성하는 하부 부품으로는 출입문 제어 장치 (DCU : Door Control Unit), 모터, 스크루 기어, 볼 너트, 레일, 리미트 스위치, 각종 전기 장치, 비상 수동 개폐장치, 코디네이션 바 등이 있는데 이중 DCU는 전동차 출입문을 개폐하기 위한 제어장치로 량당 8개인 전동차 출입문이 동시에 열리고 닫히기 위해서는 각 출입문간의 인터페이스가 필요하며, 승객의 승하차와 직접적으로 관련되어 있기 때문에 신뢰성 및 안전성 확보가 매우 중요한 시스템이다. DCU의 기능으로는 자동 문 여닫음 제어, 출입문 제어 및 장애 감지, 출입문 상태 제어, 저전압/고전압 감시 등이 있으며, 본 논문에서는 전기식 플러그 도어에 적용하기 위해 개발된 DCU의 기능, 개발요구사양, 시스템 구성 및 시험결과에 대해 논하고자 한다.

Abstract

The Electric Multiple Unit (EMU) has many types of door system such as sliding door, plug door etc.al. according to customer's requirements. The sliding door is widely used in Korea but has weak point in the noise problem. In the low operation speed, the noise coming from outer side of the EMU is not an important factor. As the speed is higher than before, noise is increased and make a problem. The main cause of noise is the imperfect air tightness in the EMU. The plug door system has advantages for the noise reduction characteristic in the high speed area. We have been developing electric plug-in door. The door is controlled by Door Control Unit(DCU) following the order of Automatic Train Protection (ATP) that is a kind of train signalling system. DCU has to simultaneously open and close the doors and the operation of it is related to the passengers safety. So DCU is a safety device that is important to reliability and safety. DCU is composed of several devices of control, motor driving, Input/Output, communication and power. In this paper, we will describe the functions, characteristic, requirement, subsystem and test results of DCU used for the electric plug-in door.

Keywords : 플러그인도어, 출입문제어장치(DCU), 기능분석, 개발요구사양, 시험결과

Ⅰ. 서 론

전동차 출입문은 포켓 슬라이딩 도어, 아웃 슬라이딩 도어, 플러그 도어의 형태로 구분할 수 있다. 현재 국내

* 정회원, 한국철도기술연구원
(Korea Railroad Research Institute)
※ 본 논문은 국토해양부 차세대첨단도시철도시스템기술개발사업의 연구비 지원에 의해 이루어졌음
접수일자: 2011년4월22일, 수정완료일: 2011년7월6일

전동차의 표준규격으로 제시되어 대부분의 전동차에서 사용하고 있는 포켓 슬라이딩 도어는 철도차량이 고속화됨에 따라 소음 및 외풍의 차단이 어려운 단점이 있으며, 아웃 슬라이딩 도어는 대전지하철 및 인천국제공항 전동차에 사용되고 있으나, 이 역시 소음 및 외풍차단은 어려운 단점이 있다. 플러그 도어는 최근 철도차량이 고급화됨에 따라 고속철도에 적용되던 출입문을 전동차에 적용하면서 쓰이게 된 도어시스템으로 소음이 승차감을 측정하는 척도로서 큰 역할을 담당하게 됨에 따라 소음에 강한 플러그 도어 시스템이 주목받고 있다.[1~5] 플러그 도어를 구성하는 하부 부품으로는 출입문 제어 장치 (DCU : Door Control Unit), 모터, 스크루기어, 볼 너트, 레일, 리미트 스위치, 각종 전기 장치, 비상 수동 개폐장치, 코디네이션 바 등이 있는데 이중 DCU는 전동차 출입문을 개폐하기 위해 사용하는 제어장치로 량당 8개의 출입문을 동시에 열고 닫아야 하기 때문에 출입문간의 인터페이스에 유의해야 하며, 승객의 승하차에 직접적으로 관련되어 있기 때문에 신뢰성 및 안전성 확보가 매우 중요한 시스템이다. DCU는 자동 문 여닫음 제어, 출입문 제어 및 장애 감지, 출입문 상태 제어, 저전압/고전압 감시 기능 등을 가지고 있으며, 본 논문에서는 최근 대두되고 있는 전기식 플러그 도어에 적용된 DCU의 기능, 개발요구사양, 시스템 구성 및 시험결과에 대하여 논하고자 한다.

Ⅱ. 출입문 제어장치 (DCU: Door Control Unit)

전동차 출입문 개폐 흐름도를 나타내면 다음과 같다. 전동차 열림동작은 안전조건이 만족할 경우에 모터 구동 지령을 주고, 록킹을 푼 후 출입문을 개방하게 된다. 이때 스트로크 끝부분에 도달했는지를 판별하여 모터 속도를 줄여 스트로크 끝부분에 도달하면 모터를 정지시켜 출입문을 열게 된다. 출입문 닫힘 과정은 열림과정과 반대로 진행된다.[6]

전동차 출입문의 자동 개폐는 열차의 자동열차방호장치(ATP : Automatic Train Protection) 지령에 의해서 수행된다. ATP의 열림(닫힘) 지령에 대하여, 현재 상태가 출입문 Enable 상태이고, 내/외부 비상 핸들이 비활성화 상태이면 문은 동작 지령동작을 수행한다. 위 상태 중 하나의 상태도 충족하지 않으면, 문은 개폐지령을 수행하지 못한다. 또한 DCU의 실시간 감시중 이상이 발생한 경우에도 지령을 수행하지 않는다.

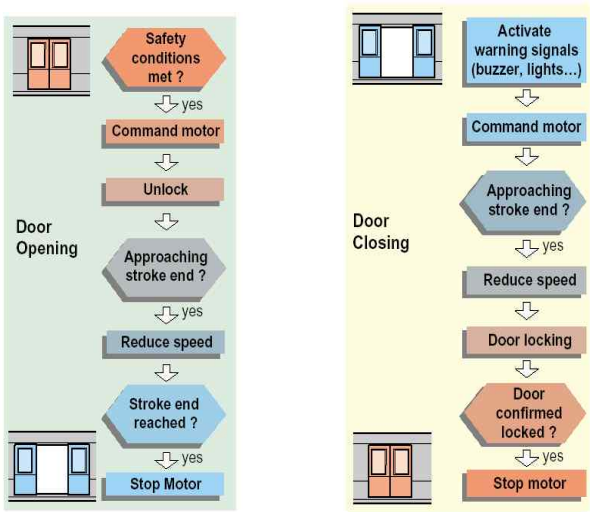
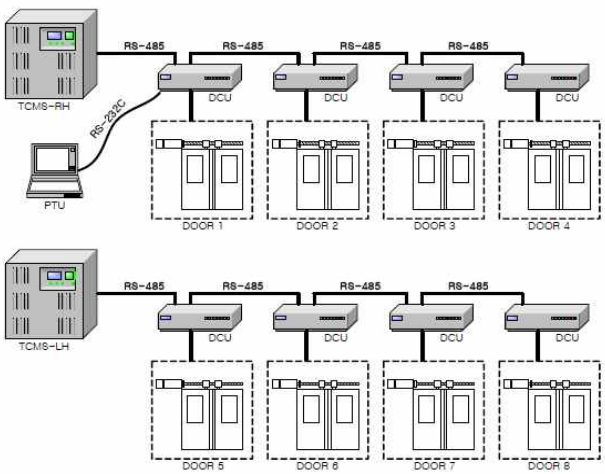


그림 1. 출입문 개폐 흐름도
Fig. 1. Flowchart of subway door operation.



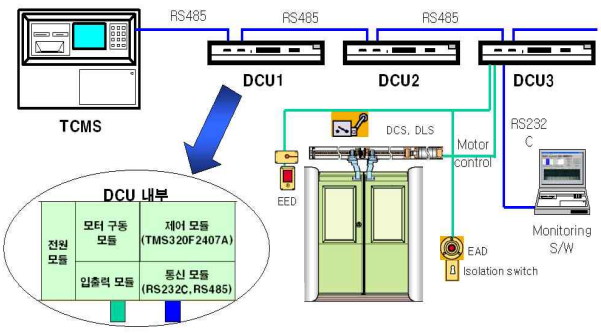


그림 2. 전동차 출입문의 구성
Fig. 2. Configuration of subway door system.

이와 같이 DCU는 전동차 출입문의 제어를 위하여 출입문의 자동 여닫음 기능 및 철도 차량의 특수성에 기인한 다양한 안전 보장을 위한 기능들을 구현하고 있다. 그림 2는 도어 시스템의 구성 체계를 나타낸 그림

이다. 여기에서 DCU는 전체 출입문을 제어하는 핵심장치로 TCMS(Train Control and Management System)와 RS485 통신으로 연결되어 있고, 직렬구조로 연결되어 있어 제어상태에 있는 어느 하나의 출입문이라도 이상 동작을 할 경우, 차량 정지를 하도록 되어 있다.

DCU가 가져야 하는 기능들을 정리하여 나타내면 다음과 같다.

- 자가 테스트
- 논리적 입력 획득 및 필터링
- 아날로그 입력 획득 및 필터링
- DCU 운영 넘버링
- 논리적 출력 제어 (LED, Static outputs, 릴레이)
- 출입문 위치 계산
- 토크 및 모터 속도 제어
- 중심 메모리에 주요 오류 및 오류 저장 운영
- RS232 유지보수 시리얼 링크 구동

Ⅲ. DCU 개발 요구사양

DCU는 100V DC 전원으로 차량에 설치된 전기식 승객 출입문을 제어하며, TCMS 및 차량 컴퓨터와 인터페이스한다. 또한, 차량이 작동하는 동안 발생되는 예기치 못한 오류 및 고장에 대하여 자가 인식하며 출입문 열림 신호가 부여되지 않은 상태에서의 어떤 오류에 대하여 항상 닫힘 방향으로 작동하도록 제어한다. 도어 시스템이 문을 열수 있는 조건 (Zero speed, 출입문 열림/닫힘 신호, 출입문 Enable 신호)을 수신하면 DCU는 출입문을 열거나 닫기 위하여 모터를 구동한다. 그리고 DCU는 모터 및 출입문 오퍼레이터와 비상 수동개방 해제장치에 설치된 리미트 스위치에 의해 자동으로 각각의 출입문 상태를 인식하며, RS485통신을 통해 TCMS에 출입문 상태를 전달한다. 하나의 LED에 의해 DCU의 상태를 검사한다. 다음은 DCU가 가져야 하는 상세 기능들을 정리하여 나타낸 것이다.[7~8]

- 열차 지령 신호에 의한 자동 문 여닫음 제어
- 모터 구동 전류 정류 및 측정을 통한 출입문 제어 장애 감지
- 기 설정된 출입문 여닫음 패턴 수렴을 통한 제어
- 열차 지령 신호 및 출입문 작동 스위치 입력에 대한 논리 처리
- 출입문의 상태 적응 제어
- 저전압/고전압 감시 기능
- DCU 자가 고장 및 출입문 상태 고장 검출 및 고장 이력 저장 기능
- 출입문 제어 상태 및 동작 파라미터 설정 및 저장 기능
- 외/내부 전원 이상 상태에 대한 대응 기능
- TCMS-DCU간 RS485 통신을 통한 자기 상태 및 고정 이력 전송 기능
- 외부 점퍼 설정에 의한 DCU 주소 설정 기능
- RS232 통신을 통한 자가 진단 및 펌웨어 다운로드 기능
- 모터 구동 전류 및 전압 측정 및 필터링을 통한 역기전력 산출기능
- 모터 역기전력으로부터 출입문의 위치를 산출 및 제어하는 기능
- 전기적 환경 외란 방지 기능
- 전원 역 삽입 방지 기능
- 실시간 자가 감시 기능

Ⅳ. DCU 개발

DCU는 제어부, 모터 구동부. 입출력부, 통신부, 전원부의 다섯 부분으로 구성된다.[9~11]

1. 제어부

제어부는 열차 신호의 감시 및 신호 지령 처리, 출입문 모터의 제어, 논리 및 수치 연산, TCMS간 통신 제어, 자가진단의 기능을 한다.

주제어기로 사용되는 마이크로 컨트롤러는 고정 소수점 연산형 DSP를 사용한다. 마이크로 컨트롤러는 모터 제어 및 전력 제어 등의 고성능 산업용 제어장비에 적합하도록 설계 되어 있으며, 각종 외부 장치를 On-Chip 함으로서 부가회로의 간소화 및 단가 절감 및 신뢰성 향상 등을 꾀하고 있다. 개발 환경은 C언어 기반의 Code Composer 및 On-Chip 디버깅이 가능하도록 한다.

DCU의 제어부는 주제어기인 마이크로 컨트롤러를 중심으로 제어부의 오동작 및 작동중지 오류를 감시하는 Watchdog Timer와 DCU 내부 및 사용자 설정 값을 저장하고, 외부 SRAM으로 구성되며, 각 모듈과 마이크로 컨트롤러의 On-Chip장치들과 상호 인터페이스된다.

2. 모터 구동부

모터 구동부는 모터 드라이버와 방향 절환 및 모터 절연 기능을 담당하는 계전기 부, 모터 구동 전류 및 전압을 측정, 감시하는 측정부 등으로 구성된다. 출입문 모터의 구동은 철도 차량의 외부 전원(100V)을 필터링하여 스위칭소자를 통하여 PWM 쵸핑을 하여 직접 구동하도록 한다. 모터의 회전 방향은 파워 릴레이를 이용하며, 모터와 DCU간의 기계적인 분리를 위하여 Motor Isolation Relay를 사용한다. 이 릴레이는 철도 차량의 외부 신호와 직접 연계되어 있다. 스위칭소자의 구동을 위하여 게이트 드라이버 전용칩을 사용함으로써 회로의 간소화와 신뢰성을 높인다. 모터 전류는 별도로 측정하여 2차 Low-pass filter와 절연 증폭기를 거쳐 마이크로 컨트롤러에 연결된다. 또한, 이 전류는 비교기를 거쳐 Shutdown에 연결함으로써, 모터에 일정 전류 이상이 흐르게 되면, Shutdown 함으로써 모터 구동부 회로의 단락 및 과전류로부터 안전을 확보한다. 모터의 전압은 모터 입력 라인에서 직접 분압 저항을 거쳐 측정하여 CPU에 전송한다. 모터 라인의 직접적인 전압을 측정하여 모터의 과전압 및 현재 회전 방향을 알아낼 수 있다. 모터부와 제어부의 인터페이스는 포토커플러를 통하여 전기적으로 분리함으로써 만일에 발생 할 수 있는 모터 구동부의 회로 이상으로 인하여 제어부에 회로 이상이 전이되지 않도록 하고, 대용량의 유도 부하 구동에 따른 노이즈 유입도 차단한다.

3. 입출력부

DCU는 외부 입력 및 계전기 외부 출력을 가지고 있어서 열차 지령 신호 및 출입문의 스위치 접점 입력을 감시 및 처리하고, 외부 신호 출력 등에 대응한다.

입력부는 기본적으로 입력 신호에 대하여 1차적으로 페라이트 비드를 거쳐 외부에서 유입될 수 있는 전자파 장애 신호에 대응하도록 하며, 순간적인 고전압, 고전류 등의 써지성 노이즈에 대하여 스파크 킬러 및 다이오드를 통하여 대처한다. 신호는 포토커플러를 통하여 절연된 상태로 제어부로 넘어가게 되며, 제어부의 CPU에서는 각 신호를 중요도에 따라 샘플링속도에 차이를 두어 감시를 함으로써 정상적인 신호로 인지된 경우에만 해당 처리를 수행한다.

DCU의 계전기 출력 회로는 파워 릴레이로 구성되며, 제어부에서 직접 제어된다. 계전기의 접점에서 발생할 수 있는 노이즈를 접점 다이오드를 통하여 대응하고 있으며, 외부 요인에 의한 접점 단락을 보호하기 위하여 폴리 스위치(시간지연 복귀형 퓨즈의 일종)를 직렬로 삽입하여 회로 단락으로부터 DCU를 보호한다.

4. 통신부

통신부는 TCMS와의 데이터 통신을 담당하는 RS485 방식과 DCU 자가진단 모니터링을 위한 RS232통신으로 구성된다.

가. RS485 통신

RS485 통신은 DCU와 TCMS간 데이터 통신을 담당한다. HDLC 통신 규약을 구현하기 위하여 SCC(Serial Communication Controller)를 사용한다. SCC와 CPU는 메모리 버스를 통하여 인터페이스한다. SCC에서는 HDLC 인코딩/디코딩 및 NRZI 변조 및 복조를 구현한다. 변조된 통신 데이터 신호는 고속 포토커플러로 구성된 절연 블록을 통하여 RS485 Tranceiver를 통하여 송신되며, 수신은 송신의 역순서로 실행된다. 통신 속도 및 인코딩/디코딩은 사용자의 요구에 따라 대응이 가능하다. 통신전용 칩을 사용함으로서 CPU 부담을 줄이고, 다양한 프로토콜에 최소한의 노력으로 대응이 가능하며, 전기적 신호 규약(RS485)부와 전기적으로 절연함으로서 안정성을 확보한다.

나. RS232통신

RS232 통신은 PC와의 직접 통신을 통하여 DCU의 파라미터 설정 및 이력 수신, 자가 진단, 모니터링 등을 수행한다.

5. 전원부

전원부는 DCU내부에서 사용되는 디지털 전원 및 아날로그 전원, 절연 및 비 절연 전원을 만든다. 모터 및 외부 스위치 전원 공급을 위한 필터링 된 공급전원도 제공한다.

V. DCU 개발 규격 및 시험결과

1. DCU 개발 규격

표 1은 플러그 도어의 개발 규격을 나타낸 것으로 DCU는 플러그 도어의 정확한 동작을 위해 사용된다.

표 2에 DCU의 개발 규격을 나타내었으며, 그림 3은 개발한 DCU 외형이다.

표 1. 플러그인 도어의 규격
Table 1. Specification of plug door.

항목	규 격
도어 시스템	플러그 도어(스크루 타입)
스크로크	2×650mm = 1300mm
작동 방식	스크루 기어 및 볼 너트 시스템
정격 전압	100 VDC
작동 전압	70V DC ~ 137.5 VDC
열림 시간	3.5 ± 1 초
닫힘 시간	3.5 ± 1 초
장애물 감지	두께 10mm × 높이 100mm
닫힘 감지	Limit Switch
주요 작동 장치	도어 제어 장치(DCU) 모터 스크루 기어 및 볼 너트 어셈블리 내/외부 수동비상개방장치
리미트 스위치	잠김 감지 스위치 도어 닫힘 스위치 내/외부 비상 해제 감지 스위치 차단 스위치(Isolation Switch)

표 2. DCU의 규격
Table 2. Specification of DCU.

항 목	규 격
커넥트	20핀 1개, 16핀 1개, 10핀 1개
통신 포트	RS485 포트: 2개 (male 1개 / female 1개), RS232 포트: 1개
전압	100VDC
중량	약 4kg
치수	470mm × 182mm × 50mm

그림 3. 출입문 제어기
Fig. 3. Door Control Unit (DCU).

2. 시험결과

DCU 시험은 진동 및 온습도 시험의 환경시험과 TCMS와의 I/F를 포함한 성능시험을 진행하였으며 시험결과는 다음과 같다.

가. 진동 시험

KS R 9144-2004 2종 B에 의거하여 시료를 사용시와 유사하게 진동대에 부착하고 정격전압을 인가하여 표3의 조건으로 가진하여 공진진동수와 시료에 대한 부품의 기능을 확인하였다. 진동시험기 모델은 IMV CO.(Japan)의 CV-700 /i260/SA7M 모델을 사용하였으며, 시험결과 공진없이 정상동작됨을 확인하였다.

표 3. 진동시험
Table 3. Vibration test.

시험조건						시험결과
진동 방향	진동수 범위 (Hz)	온진폭 (mm)	가속도 (G)	진동수 변화 속도 (octave /min)	진동수 왕복 회수	
전후	1~5	10	-	1.0	1회	공진없음
좌우						
상하	5~30	-	1.0			

나. 진동 내구성 시험

KS R 9144-2004 2종 B에 의거하여 시료를 사용시와 유사하게 진동대에 부착하고 정격전압을 인가하여 표4의 조건으로 가진하여 공진진동수와 시료에 대한 부품의 기능을 확인하였다. 진동 내구성 시험은 진동내구시험 후 시료 각부의 변형, 균열, 파손 등 사용상 지장이 있는 손상 유무를 확인하는 방법을 이용했으며, 진동시험기 모델은 IMV CO.(Japan)의 CV-700 /i260/SA7M 모델을 사용하였다. 진동내구성 시험결과 정상동작됨을 확인하였다.

표 4. 진동 내구성 시험
Table 4. Duration test.

시험조건				시험결과	
진동 방향	진동수 (Hz)	가속도 (G)	진동시간 (h)	내구성	작동상태
전후	10	1.4	2.0	이상없음	정상동작
좌우	10	1.4	2.0		
상하	10	1.4	4.0		

다. 저온 및 고온 시험

KS C 0220-2004에 의거하여 시험을 실시하였다. 온도시험중 온도변화시험은 저온시험일 경우 통전상태에서 -25±2℃로 약 1시간 유지한 후 25±2℃로 분당 1℃ 상승시켜 온도가 25±2℃에서 안정화된 후 성능시험을 실시하였고, 고온시험일 경우 통전상태에서 70±2℃로 약 1시간 유지한 후 25±2℃로 분당 1℃ 하강시켜 온도가 25±2℃에서 안정화된 후 성능시험을 실시하였다. 시험기는 ESPEC(Japan)의 PSL-4KPH 모델을 사용하였으며, 이상없이 정상동작함을 확인하였다.

표 5. 저온 및 고온시험
Table 5. Temperature test (Low & High).

시험조건				시험결과
저온시험 ①		고온시험 ②		
온도(℃)	유지시간	온도(℃)	유지시간	① ② 이상없음 정상동작
-25±2	16시간	70±2	16시간	
(-25±2)→(25±2)	50분	(70±2)→(25±2)	45분	
25±2	1시간	25±2	1시간	

라. EMS / EMI 시험

EMS(Electro Magnetic Susceptibility) 시험은 정전기방전내성, 방사성RF전자기장내성시험, EFT/버스트내성, 서지내성, 전도성RF전자기장내성시험을 진행하였으며, IEC61000-4 규격에 따라 시험을 수행하였다. EMI(Electro Magnetic Interference) 시험은 전도시험, 방사시험을 진행하였으며, CISPR 11 규격에 따라 시험을 수행하였다. 두 시험 모두 적합한 결과를 얻었다.

마. TCMS-DCU 인터페이스 시험

TCMS-DCU 인터페이스 시험은 고장검지기능 및 데이터 통신레벨에 대한 시험을 실시하였다. 고장검지 기능은 DCU의 통신고장, 출입문 개폐고장, 장애물에 의한 출입문 닫힘고장 발생시 고장내용을 TCMS에 정확히 전달하는지 여부를 시험하였으며 표 6과 같이 데이터 통신레벨 측정을 만족함을 확인하였다.

표 6. 데이터 통신 레벨 측정
Table 6. Data communication level.

시험조건		시험결과	
전압레벨	2.5V 이상	4.72V	OK
비트타임	26㎲±5%	25.6㎲	OK
SDR→SD	20ms 이내	9.04ms	OK
Polling Cycle	100ms±10%	105ms	OK

6. 출입문 형식시험

도시철도차량 성능시험에 관한 규칙에 의거하여 출입문 형식시험을 실시하였다. 본 시험은 DCU에 의해 제어되는 전동차 출입문이 정확히 동작하는지 여부를 검증하여 DCU의 정상동작을 확인하고자 하는 것으로 시험결과 이상없음을 확인하였다. 아울러 구성품 시험단계에서 100만회 개폐시험을 진행하여 내구도 및 신뢰성을 확인하였다.

검사항목	검사기준	측정치		결과
최소 작동전압 시험	열림 시간 : 3.5±1초	1	3.88	적 합
		2	3.65	
		3	3.97	
		평균	3.83	
	닫힘 시간 : 3.5±1초	1	3.68	
		2	4.09	
		3	4.09	
		평균	3.95	
최대 작동전압 시험	열림 시간 : 3.5±1초	1	3.31	적 합
		2	3.22	
		3	3.37	
		평균	3.3	
	닫힘 시간 : 3.5±1초	1	3.75	
		2	3.63	
		3	3.72	
		평균	3.7	
Isolation 스위치 작동시험	차단시 : 도아가 작동하지 않음	양 호		적 합
	정상시 : 도아가 정상 작동함	양 호		
수동 열림 작동력	300N 이하	1	255.7	적 합
		2	259.4	
		3	261.7	
자동 닫힘 작동력	300N 이하	1	262	적 합
		2	271	
		3	267	
도아 닫힘 스위치(DCS)기능 및 성능	열림시: DCS는 도아가 열리자마자 해제(Open)되어야 한다.	양 호		적 합
	닫힘시: DCS는 정상적으로 복귀(close) 되어야 한다.	양 호		
도아 잠금 스위치(DLS) 기능 시험	열림시 : 록킹이 풀리면서 DLS가 해제 되어야 한다.	양 호		적 합
	닫힘시 : 록킹이 되면서 DLS가 복귀 되어야한다.	양 호		
내부 비상 해제 장치 작동 시험	작동시 : 리미트 스위치가 작동하고 도어를 수동으로 열 수 있어야 한다.	양 호		적 합
	복귀시 : 리미트 스위치는 복귀되고 도어를 수동으로 열 수 없어야 한다.	양 호		

그림 4. 출입문 형식시험
Fig. 4. Functional test of door system.

Ⅵ. 결 론

전기식 플러그 도어에 사용하기 위하여 개발한 DCU의 개요 및 기능, 개발 요구사양, 시스템 구성 및 시험결과에 대해 살펴보았다. DCU는 전동차 출입문을 개폐하기 위한 제어장치로 수 십개의 출입문을 동시에 열고 닫아야 하기 때문에 정밀한 인터페이스 제어가 필요하며, 승객의 승하차를 직접적으로 관여하여야 하기 때문에 신뢰성 및 안전성 확보가 매우 중요한 시스템이다. DCU는 자동 문 여닫음 제어, 출입문 제어 및 장애 감지, 출입문 상태 제어, 저전압/고전압 감시 기능 등을 가지고 있으며, 제어부, 모터 구동부. 입출력부, 통신부, 전원부로 구성된다. 개발된 DCU는 차세대전동차의 출입문 제어에 적용되어 사용되고 있으며, 출입문을 구성

하는 타 장치와 상호 인터페이스를 확인하는 완성차시험을 거쳤다. 앞으로 전체 차세대전동차 시운전시험을 진행하면서 전체시스템 관점에서 신뢰도 및 안전성을 재확인할 예정이다.

참 고 문 헌

[1] 홍재성 외 5인, “공기식 플러그도어 시스템 개발”, 2001년도 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, 162-169쪽, 2001년 5월

[2] 서승일 외 2인, “전동차 소음저감을 위한 슬라이딩 플러그 출입문 개발”, 한국철도학회, 철도저널, 제5권 제2호, 125-130쪽, 2002년 6월

[3] http://www.ife-doors.com

[4] http://www.bode.com

[5] http://www.faiveley.com

[6] 홍재성 외, “공압식 DCU 제어 Double Plug Door System 개발”, 한국철도기술연구원, 2001년 6월

[7] “차세대전동차 제작사양서”, 한국철도기술연구원, 2006년

[8] 김길동 외, “차세대첨단도시철도시스템 기술개발사업 5차년도 연구보고서”, 한국철도기술연구원, 2010년 8월

[9] 정의진 외 3인, “노이즈 저감을 위한 전기식 플러그 도어 개발에 관한 연구”, 2010년도 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, 293쪽, 2010년 10월

[10] E. J. Joung, H. M. Lee, G. D. Kim, and J. S. Hong, “Noise Reducing Railway Door System for High Speed Operation”, pp. 763-766, ICCAS 2010, KINTEX, Korea, October 2010

[11] 정의진 외 5인, “전동차 전기식 플러그도어 출입문 제어 장치의 기능 특성 분석”, 2011년도 정보 및 제어 심포지움, 255-256쪽, 2011년 4월

저 자 소 개

정 의 진(정회원)

1993년 충남대학교 전기공학과 학사 졸업.

1995년 충남대학교 전기공학과 석사 졸업.

2005년 충남대학교 전기공학과 박사 졸업.

1995년～현재 한국철도기술연구원 선임연구원

<주관심분야 : 철도시스템 안전성분석, RAMS, 철도소프트웨어 안전기준>