KTX 운전자지원 단말기의 하드웨어와 장치개발에 대한 연구

Study on KTX driver assistance terminal's hardware and device development

정성윤* 김형인* 강기석** 김현식*** 정도원***

Jung Sung-Youn Kim. Hyung-In Kang, Ki-Sok Kim Hyun-Sic Jung Do-Won

---

ABSTRACT

TECA(Terminal Cabin) has train information, fault display, maintenance function and training function for driver, as sub-device of Seoul-Pusan Express train's on-board computerized device. Concerning KTX train's driving, signal driving is required for high speed driving, and it is true that we have difficulty in troubleshooting and acquisition of basic information through long train and one-man driving. Therefore, rapid and correct processing about various information and TECA device for maintenance are indispensable for its utilization. But there is not study example in hardware, maintenance about this device and device development according to new requirements.

Therefore, this study will help understanding of driver assistance terminal device's maintenance performance development, describing TECA's basic functions necessary for device development and its requirements. Accordingly, I suppose that this thesis will be utilized to complete specification, necessary for new driver assistance terminal device development.

국문요약

경부고속열차 차상컴퓨터 장치의 하부장치로 운전자에게 차량의 정보와 고장의 현시 그리고 유지보수기능 및 훈련기능을 가지고 있는 장치가 TECA (Terminal Cabin)이다. KTX 차량의 운전은 고속화 운전을 위해 신호운전의 필요가 요구되어지며 차량의 장대화 및 일인운전을 통한 차량의 기본정보 취득 및 고장에 대한 조치에 있어 많은 어려움이 있는 것이 사실이다. 이에 대해 차량에서 발생하는 수많은 정보에 대한 신속하고 정확한 처리와 유지보수를 위해 TECA장치는 그 활용에 있어 반드시 필요한 장치이다. 그러나 본 장치에 대한 하드웨어와 유지보수 그리고 새로운 요구에 따른 장치개발에는 연구사례가 없는 실정이다.

이에 운전자지원단말기 장치의 유지보수능력 개발과 장치에 대한 이해를 돕고 장치개발에 필요한 TECA의 기초기능과 요구사항을 하드웨어 중심으로 연구하였으며 이로 인한 새로운 운전자 단말기 장치 개발에 필요한 사양정립에 활용하도록 활용할 수 있으리라 본다.

정성윤 : 비회원, 한국철도공사, 철도연구원, 대리

E-mail : jsy3225@hanmail.net HP : (011)9060-3225 FAX : (031)815-1525

* 한국철도공사 철도연구원 기술연구TFT

** 한국철도공사 수도권철도차량관리단 고속전기팀

*** 한국철도공사 철도연구원 기술연구팀

1. 서론

운전자 지원단말기는 차량의 운행 및 정비 그리고 훈련기능 중 발생하는 여러 문제점에 대해 효과적이고 신속한 조치가 이루어지도록 지원하게 된다. 이러한 장치의 중요성은 차량의 장대화와 고속화, 유지보수의 효율화의 요구에 따라 함께 그 필요성이 높아지고 있다. KTX 경부고속열차에는 TECA라는 운전자지원단말기를 통해 차량의 정보와 조작자에게 필요한 매뉴얼을 컴퓨터화 된 정보를 이용하여 현시하고 안내하도록 하고 있다.

이러한 운전자지원시스템은 차량의 정비기능향상과 개조 및 성능향상에 따라 화면의 수정 및 차량 운행 정보의 개정이 필요하게 되었으며 유지보수기간의 도래로 인하여 중정비와 개조/개선등의 성능향상이 요구되게 되었다.

이제 운전자 지원단말기의 하드웨어와 장치연결 및 통신 등에 대한 사양을 알아보고 이를 통해 효과적인 유지보수방안과 향후 발생하게 될 성능개선에 대한 해결방법을 모색하고자한다.

2. 본론

2.1. TECA 장치소개

TECA(Terminal Cabin) 장치는 “KTX 차량의 운전자 지원단말기”로 차량의 운전실의 중앙 우측에 설치되어 운전자에게 차량의 고장조치 및 상태확인 훈련기능 그리고 유지보수자에게 차량출고전 검사를 할 수 있도록 지원하는 시스템을 말한다.

2.2. 하드웨어 구성

TECA 장치는 프랑스 CENTRALP 社에서 제조 납품한 제품으로 크게 Display 출력장치(DICA)와 Keypad 입력장치(KBCA)로 구성되어 있다. Display 장치는 10.4inch 규격의 EL Display 모듈과 AD보드 및 프로세서모듈과 전원공급모듈 그리고 외부입출력을 담당하는 20mA Current loop 모듈로 구성되어 있으며 외부 5개의 컨넥터의 조합으로 외부장치와 연동하도록 구성된 장치이다. (그림 1 Display 장치참조)

TECA 장치 중 입력을 담당하는 장치인 Keypad 장치는 16개의 기능키와 10개의 숫자키 그리고 4개의 명령키로 구성된 Rs-232 통신으로 Display 장치와 연결된 장치이다.

2.3. OBCS MPU와 장치연결

TECA는 KTX 차상컴퓨터 다시 말해 OBCS[1](On Board Computer System)의 하부장치이다. 이는 OBCS의 메인컴퓨터인 MPU(Main Process Unit)를 통한 정보를 화면에 현시하도록 하는데 20mA Current loop 통신으로 장치 연결되어 있다. (그림 1 장치연결 참조)

OBCS와의 장치연결을 통해 TECA는 운전 중 발생하는 이례사항에 대해 운전자에게 화면에 정보를 전송하고 운전자의 입력에 따라 고장조치 및 이벤트를 기록/저장하게 된다. 또한 차량정비를 위한 안전조치 및 검수된 차량의 최종 점검을 할 수 있도록 OBCS MPU 장치와 통신하여 화면을 현시하는 화면정보가 메모리 되어있다.

OBCS 장치와 통신을 통해 차량의 시험이 가능하도록 제어하는 단말기 역할을 수행하도록 화면현시기능이 있어 시험결과에 대한 기록과 차량에 대한 상태를 운전자와 유지보수자에게 현시하도록 기능 제공

1) OBCS는 KTX 차량의 차상컴퓨터 시스템으로 차량의 제어 및 감시기능을 수행하며 고장기록을 담당한다.

을 한다. 또한 차량내에 필요한 정보를 현시하고 알리는 기능을 할 수 있도록 OBCS MPU 장치에서 정보를 요청하여 현시하도록 되어 있다.

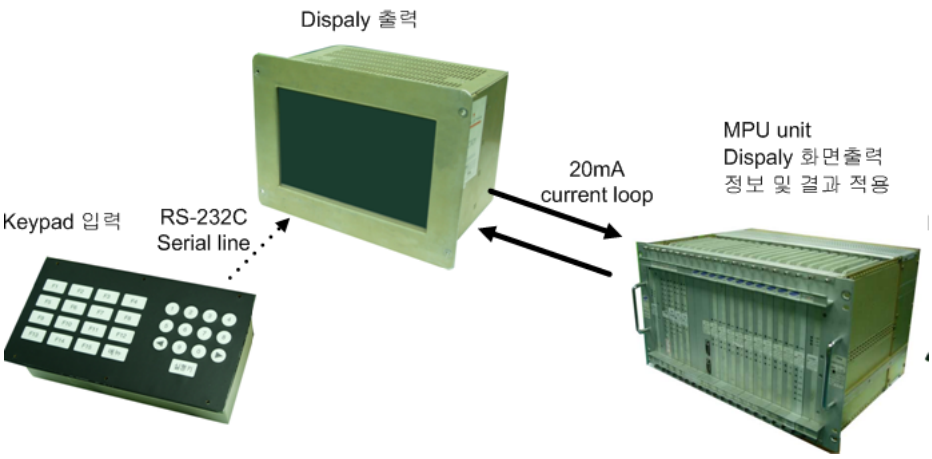

그림 1 TECA의 장치연결

2.4. 장치별 상세기능

TECA 장치의 내부에는 크게 4개의 중요 Board들이 한 셋트로 구성되어 있으며 각각의 장치를 통해 TECA의 구동과 명령처리 및 현시 그리고 통신이 가능하도록 분화 되어있다.

2.4.1. Display module

Display board는 Planar 사의 EL 640x400CD3 모델을 사용하고 있으며 AD board 와 함께 Pixel pitch (mm) 0.30× 0.30 과 휘도(Luminance) 22cd/㎡, 가시화면크기 (Viewing area)(mm) 195× 122, Pixel number 640x400 pixel의 고해상도의 VGA급 TFEL[2] 패널을 사용한다. 현재 항공기 및 선박, 자동선반의 조작패널 현시장치로 사용되고 있는 모델로서 사실상 생산중단 된 모델이다.

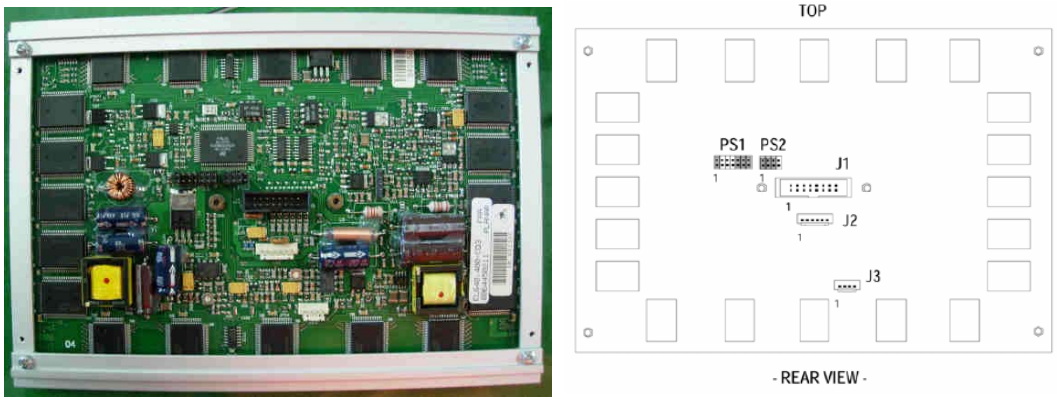

그림 2 Display 와 AD board Connector Layout

2.4.2. Power board module

TECA장치는 개별적인 전원입력공급 없이 72V전원을 MPU에서 직접 받아 DC-DC 컨버터를 이용하여 내부장치를 동작하도록 되어 있다. 또한 TECA내에 전원보드를 별도로 장착하여 모니터의 5V와 Main board에 +12V, +5V전원을 공급하며 하게 된다.

2) (Thin-Film ELectroluminescent)

2.4.3. Main board module

TECA 내부에는 Intel 386CPU가 내장되어 있으며 내부메모리 및 통신입출력신호를 분석하고 출력하도록 중계하는 일체화된 소형 PC보드가 장치되어있다. (그림3 Main board 사진 참조)

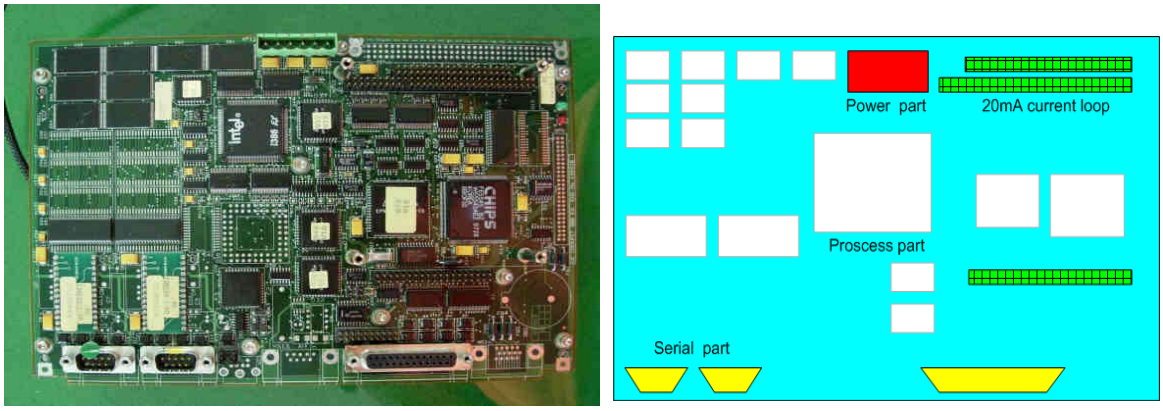

그림 3 Main board 와 layout

Main board는 OBCS 입출력 명령을 처리하는 Process part와 12V/5V전원입력부와 20mA current Loop 통신 컨넥터 그리고 Keypad와 동글키 입력 Serial part 등으로 이루어져있다. 여기에 Display 관련 AD board와 LED 펜널의 전원공급부가 존재한다.

Main board의 구동을 위해 MS-DOS 5.0과 Windows3.1이 설치되어 있으며 기본 그래픽 현시를 위한 메모리와 외부 자판 입력 및 동글키 구동을 위핸 시리얼포트를 통해 데이터 업로딩이 가능하도록 되어있다.

2.4.4. 20mA current loop module

TECA 장치는 OBCS MPU와 장치 연결을 위해 20mA current loop를 이용하여 TECA 장치의 감시를 통해 안정적인 통신전송을 확보하도록 구성되어 있다. 커런트루프 통신회로를 통해 4개의 채널을 연결하여 통신에 필요한 장치와 연결되어 있다. 현재까지 TECA의 4개 채널은 동력차의 PC1, PC2와 MPU01, MPU02에 각각 연결하여 장치간 통신연결과 감시를 통해 정보의 현시와 장치부제로 인한 데이터 현시 제한을 할 수 있도록 되어있다.

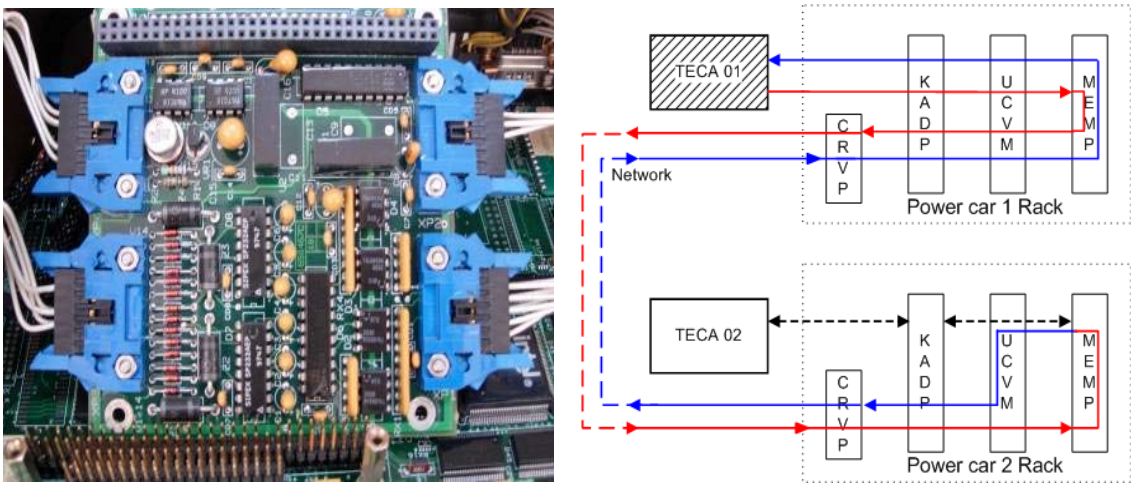

그림 4 20mA current loop 및 통신회로

2.4.5. Keypad module

Keypad unit은 16개의(F1~F16) Function key 와 10개의 (0~9) Number key 4개의 (Menu, ◀, ▶, 실행키) Command key로 구성되어 display unit의 J5 커넥터 단자에 RS-232통신을 하는 입력장치이다.

2.4.6. Dongle key

TECA의 OS Install 및 소프트웨어 업데이트 시에 TECA의 글러브박스에 연결하여 장치간 보안회로를 구성하여 유지보수요원 외의 프로그램접근을 방지하기 위한 Dongle key 장치를 이용한다.

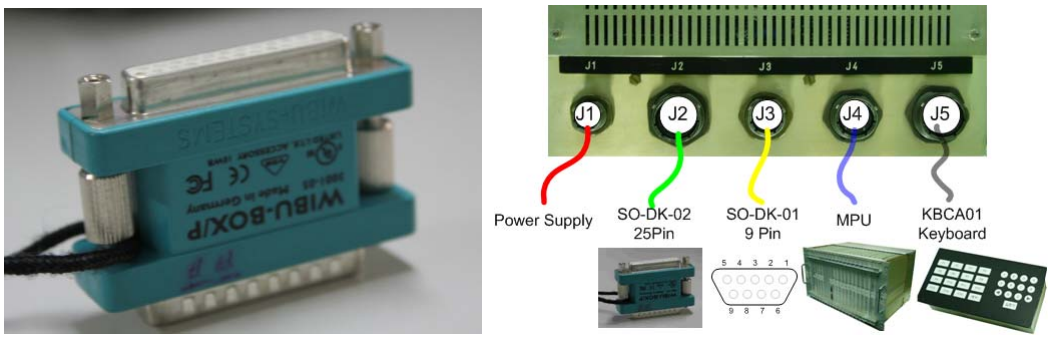

그림 5 Dongle Key 및 커넥터 연결

이 밖에도 TECA의 장치연결은 TECA 후면에 연결 컨넥터 5개를 통해 외부장치와 연결이 가능하도록 구성되어있다. J1~J5 포인트는 각각 전원, 동글키, Rs-232, MPU, Keypad를 연결하여 장치구성을 가능케 한다.

2.5. TECA 장치의 유지보수

차량의 안전운행과 직접적인 관련이 있는 TECA 장치는 차량내 운전실 전부와 후부에 장치되어 있으며 운전과 정차 그리고 차량의 정비전과 후에 사용되는 차량시스템 접속장치이다. 그러나 차량의 진동과 사용시간의 증가, 내부 모듈의 열화 및 차량 소프트웨어의 변경에 따른 설치와 점검은 TECA에 대한 유지보수접근과 기술적 접근을 요구하고 있으며 이에 대한 유지보수 방법과 호환성을 위한 다양한 접근을 시도해보았다.

TECA의 유지보수는 기능이상 및 현시불량, DAG의 변경사항에 따라 시행하게 되며 고장조치는 하드웨어 고장조치와 소프트웨어의 고장조치로 나뉠 수 있다. 이러한 고장조치는 대부분 차량운행 중 발견되는 것으로 사전 예방검수를 통하거나 고장코드를 통한 정비가 사실상 어려움 점이 있다. 때문에 TECA장치의 고장으로 입고 된 차량에 대해 정비가 시행되어지는 것이 일반이다. 이러한 교체 및 고장조치는 하드웨어 교체와 버전 조정을 위해 데이터 업로드를 시행하며 이를 시험하기 위한 자체 기능정비를 시행하고 있다.

운전자지원시스템은 하드웨어적인 부품의 교환과 지원시스템의 로직 및 화면데이터의 수정, 운영 소프트웨어의 재설치 등이 필요로 한다.

2.6. TECA 소프트웨어의 유지보수

2.6.1. 유지보수를 위한 환경구성

TECA 소프트웨어의 유지보수를 위해서는 다음과 같은 구성이 필요하다.

- TECA 콘솔
- Windows가 실행중인 PC

- Windows file manager
- PC에 load된 C TECA disk file tree 모델
- TECA RS232 시리얼 링크
- Interserv 시동용 dongle(TECA dongle 어댑터 포함)
- TECA 전원공급용 케이블, 72V DC 파워서플라이(TECA 콘솔이 운전실 외부에서 사용되는 경우)

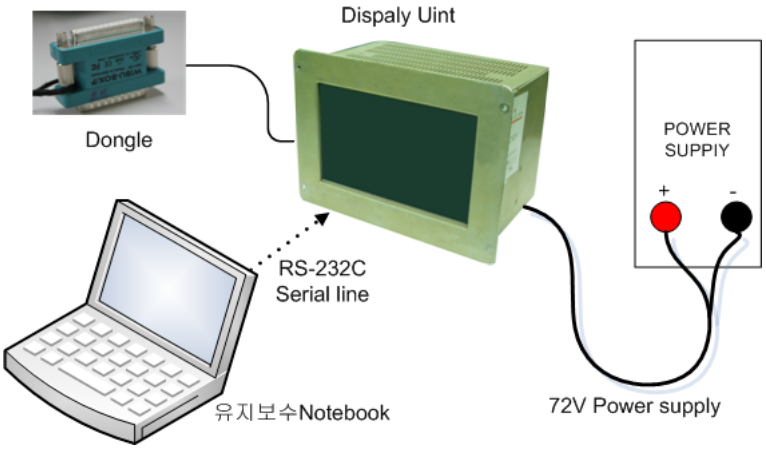

그림 6 TECA 콘솔 업로딩 장치연결

2.6.2. TECA 소프트웨어 설치 절차

- 컴퓨터를 기동시킨 후 MS-DOS 메뉴가 실행될 때까지 대기한다.
- TECA를 기동 혹은 재기동시킨 후 Interserv 소프트웨어가 실행될 때까지 대기한다.
- TECA 드라이브를 관리하기 위해 컴퓨터에서 Windows를 실행시킨다.
  데이터 업로딩 - BIOS 버젼 및 C TECA 드라이브 확인
- Windows file manager를 실행시킨 후, 두 개의 창을 연다.
  · C:\SIE\TECA\ARBO_TK\DISK_C_TK 컴퓨터 디렉토리
  · C:\TECA 드라이브
- C:\TECA 드라이브와 C:\SIE\TECA\ARBO_TK\DISK_C_TK 디렉토리의 내용이 동일하여야 한다.
- C:\TECA 드라이브의 centralp.txt 파일을 열어서 BIOS 버전을 확인한다:
  ROMDISK : PROGRAMME PR1547 : Version 230으로 확인되면, BIOS 버전은 2.30이다.
- centralp.txt 파일을 닫는다.
- Interserv dongle을 분리한 후 TECA 콘솔을 재기동시킨다.

2.6.3. 데이터 업로딩 - ESID 소프트웨어 로딩

- Windows file manager를 실행시킨 후, 두 개의 창을 연다.
  · C:\SIE\TECA\NETSTAR\TK_TOOLS 컴퓨터 디렉토리
  · D:\TECA 드라이브
- 다음과 같이 파일을 복사한다.
  · C:\SIE\TECA\NETSTAR\TK_TOOLS\TK_ESID.EXE D:\TGVK
  · C:\SIE\TECA\NETSTAR\TK_TOOLS\TK_ESID.INI D:\WINDOWS
- 복사된 파일의 용량을 원본 파일과 대조하여, 올바르게 복사되었는지를 확인한다.
  (“속성” 창을 이용하여 byte 단위의 용량을 확인한다)
- Interserv dongle을 분리한 후 TECA 콘솔을 재기동시킨다.

2.6.4. 데이터 업로딩 - D TECA 디스크 내용 로딩

- Windows file manager를 실행시킨 후, 두 개의 창을 연다.
  - · C:\SIE\TECA\ARBO_TK\DISK_D_TK 컴퓨터 디렉토리
  - · D:\TECA 드라이브
- C:\SIE\TECA\ARBO_TK\DISK_D_TK 디렉토리의 내용을 D:\TECA 드라이브에 복사한다.
- Interserv dongle을 분리한 후 TECA 콘솔을 재기동시킨다.

2.6.5. 데이터 업로딩 - MEMP카드 교환 후

DATV4.0 (Dasglg2.cfi) 입력 (현재 최신version 2.2)

- 노트북 ON후 시리얼링크를 TECA와 연결
- 바탕화면에서 DAT4.0 실행
- 메뉴표시줄에서 CODE 선택 후 Loading 선택
- 팝업창이 뜨면 Dasglg2.cfi 선택 후 OK TECA에 F1키를 눌러 LOADING여부 확인
- 약 1시간 정도 프로그램 입력 된 후 종료

2.6.6. 데이터 업로딩 완료 및 확인

2.6.6.1. TECA 버젼확인 방법 (ESID version)

- MPU에 하이퍼링크 접속 후
  - . OBS P1> DPD 0 127 ⏎
  - . OBS P1> VESID ⏎
  - . OBS P1> V3.L ⏎

2.6.6.2. DAT 버전 확인 방법 (DATV4.0)

;TECA MINI GUIDE 들어가서 확인

- F8키 ⏎
- 비번:123456 ⏎
- ◀ 키 ⏎
- 비번:191065 ⏎
- F13 ⏎
- F1키 ⏎
- 8선택 ⏎
- 비번: 117 ⏎

2.6.6.3. TK_load 버전 확인 방법

- MPU에 하이퍼링크 접속 후
- DPD 0 127 ⏎
- VPG 0 1 999 ⏎~(VPG 0 2 999 << TGV에서)

위와 같은 방법을 통해 TECA의 소프트웨어의 설치 및 유지보수가 가능하게 되며 TECA 1개에 대해 설치조건에 따라 최대 3~4시간정도가 소요된다. 그러나 하드웨어의 유지보스는 소프트웨어의 설치보다 더욱 어려운 상황이다. 대부분의 경우 하드웨어의 수리 및 유지보수는 외부에 위탁하여 Alstom Korea에 필요시에 점검을 받게 하고 있다. 이러한 하드웨어의 유지보수 비용을 절감하고 새로운 시스템의 적용을 위해서는 운전자지원단말기의 시급한 국산화 및 국내기술이 절박하게 필요한 사항이다.

2.7. TECA의 하드웨어 개발과 방향

TECA의 하드웨어는 크게 4개의 모듈로 구분된다. 앞서 설명한 전원모듈, 프로세서모듈, 통신모듈, 디스플레이모듈로 구분되어 있으며 이들은 각 시리얼케이블 및 전원선으로 연결되어 동작하게 되어 있다. 각각의 기능에 대해서는 앞서 설명한바 있으며 이들에 대한 국산화 개발과 방향에 대해서 연구한 내역을 설명함으로 유지보수 방안과 SIAC에 대한 호환성 검증에 대하여도 함께 설명하겠다.

2.7.1. Keypad 입력장치

Keypad는 TECA의 화면에 입력명령을 주어 OBCS에 명령을 요구하도록 하는 입력장치이다. Keypad는 Rs-232 통신을 기반으로 4개의 신호를 통해 입력신호를 전달하게 되어있다. 5V 전원과 동기화 클럭인 CLK 라인, Data 라인과 0V 접지라인을 통해 Keypad의 30개의 명령을 전달하도록 되어있다. 이는 일반 PC의 106자판에서 지원하는 Keyboard의 구성을 수정하면 충분히 가능하다. 이는 일반키보드를 통한 명령입력 및 DOS 활용이 필요하다는 점을 착안하여 일반PC의 키보드를 응용하여 시험해본 결과 운전자지원시스템은 정상입력신호를 받는 것으로 확인되었다. 그림은 일반 PC의 106 key keyboard를 이용하여 TECA J5 port의 각 부분에 연결하여 구성케 한 구성도와 사진이다.

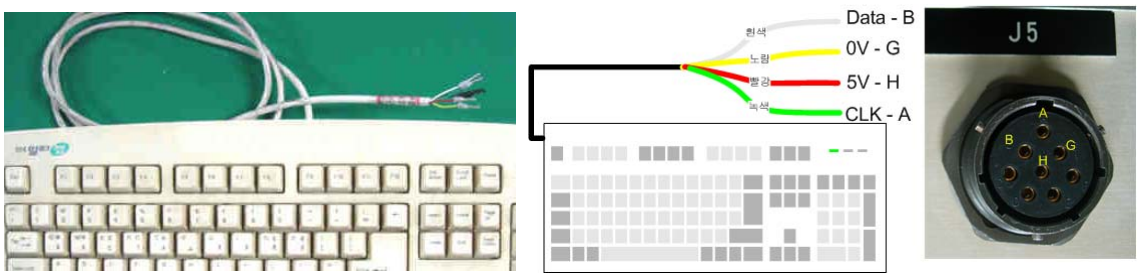

그림 7 Keyboard 자판을 이용한 Keypad응용

이와 같이 일반 키보드를 이용한 Keypad 자판의 구성을 통해 소프트웨어의 업데이트와 OS설치에 유용한 기능을 구현할 수 있게 되었으며 DOS 명령을 통한 다양한 환경설정이 가능하도록 구성할 수 있다.

2.7.2. Connecter 연결

TECA 후면에는 5개의 장치연결 커넥터가 존재한다. 각각 크기와 접촉 Pin의 정의가 다르게 구성된 커넥터를 통해 내/외부의 장치와 구성되도록 되어 있다. 이에 대한 호환 가능한 제품으로 동일사의 SIAC 제품의 스펙과 비교함으로 각각의 유지보수 방안과 기능개선점을 찾아보았다.

표 1 TECA & SIAC 커넥터 비교

TECA	Pin Assign 비교	SIAC
0V	J1 - B	+72V
J4	MPU 통신 커넥터	J2
유지보수 커넥터	J3	유지보수커넥터
J5	Keypad 커넥터	J4
J2	동글키	J5

커넥터의 Pin Assign은 위치 변경과 배선 수정을 통해 호환성이 유지 가능함을 알수 있다. 운전자지원단말기의 외부 컨넥터 스팩에 대한 호환성을 통해 SIAC에 대한 상세 기술적 접근을 시도한 것이 Display이다.

2.7.3. DISPLAY 장치

TECA 장치 중 display 에 해당되는 모듈은 미국의 PLANAR 사의 EL 640×400 -CD3 type 제품이 쓰이고 있다. 이 장치는 선박 및 군용현시장치 및 CNC선반의 Display 장치로 사용되고 있으나 현재 단종 된 제품으로 CENTRALP 社에서는 이에 대비해 새로운 종류의 운전자 지원단말기를 개발하였으며 차량에 탑재하여 사용 중에 있다. 그림은 현재 사용 중에 있는 SIAC[3]제품으로 현재 KTX TECA 제품과 가장 유사한 기능을 구현할 수 있는 장비로 Current loop 통신과 시스템 환경을 DOS로 구현할 수 있는 제품으로 알려졌다.

그림 8 SIAC 고장지원시스템

그러나 본체내의 Display 장치의 경우는 일반적인 현시기능 패널과 AD board에 대해 통합제품으로 구성되어 있어 호환성 검증에 어려움이 있고 SIAC을 통한 호환성은 SIAC의 화면현시용 그래픽 에디터를 따로 설치하여야 하는 소프트웨어의 제약이 있어 TECA의 소프트웨어의 업데이트가 불가능하다는 결론을 내리게 되었다. CENTRALP 社의 인터페이스 소프트웨어 개발과 ALSTOM의 설치 프로그램에 대한 호환성 검토가 검증되어야 하는 부분으로 호환성에 많은 어려움이 있어 SIAC의 Display 장치와 유사한 LCD를 이용하여 호환성검토를 해보았다.

표 2 TECA 와 SIAC 제품의 비교

	CENTRALP	
	TECA(KTX)	SIAC
용 도	한국 KTX	TGV 기관사터미널 개량품
본체외형치수	269×196×161.5	245×178×142
키보드외형치수	215×115×87.2	호환가능
DISPLAY	10.4“(IEC)	9.5 "
KEYBOARD	29Key(PC/AT)	호환가능
CPU	16Mo FLASH 16Mo DRAM	CELERON ULV (PENTIUM III) 400MHz
Pixel number	640×400	800×480
Interface	Current loop (Optional field bus)	호환가능
Power Supply	40W(24V,48V, 72Vdc)	72Vdc/12Vdc
OS	RAMDOS V6, MS-DOS, Windows3.1	Win-CE, DOS 7.0
Power Supply	- DC/DC 컨버터 (72Vdc)	
가 격	10,000 EUROS	8,500 EUROS 키보드제외된 가격
비 고	KTX용 단종됨	TGV개량품

다음은 PLANAR 사의 EL페널의 640×400-CD3 type 제품을 제외한 TECA를 통해 현시장치를 LCD 페널로 변경하여 호환성 검토를 해본 것이다. (그림 9 참조)

3) SIAC : 기관사 지원 정보 시스템

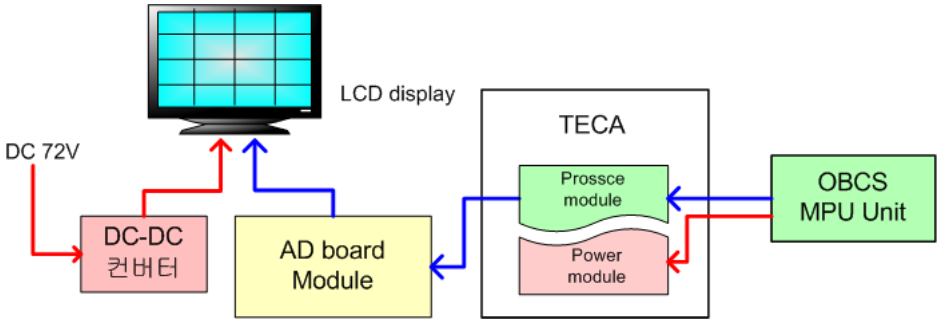

그림 9 LCD display 장치호환 시험 구성도

LCD display 장치를 구동하기 위한 전원장치를 외부에서 입력전원을 통해 내부 12V 구동전원을 생성하였으며 TECA-OBCS 장치연결을 통해 TECA의 prossce module에서 Display Data를 AD board로 입력하도록 구성한다.

LCD 설정의 변경을 위해 AD board를 이용하여 수직/수평 크기 및 위치를 설정하며 주파수를 설정하여 준다. 또한 컬러설정으로 Display 현시에 필요한 색상을 조합하여 줄 수 있다. (그림 11 참조)

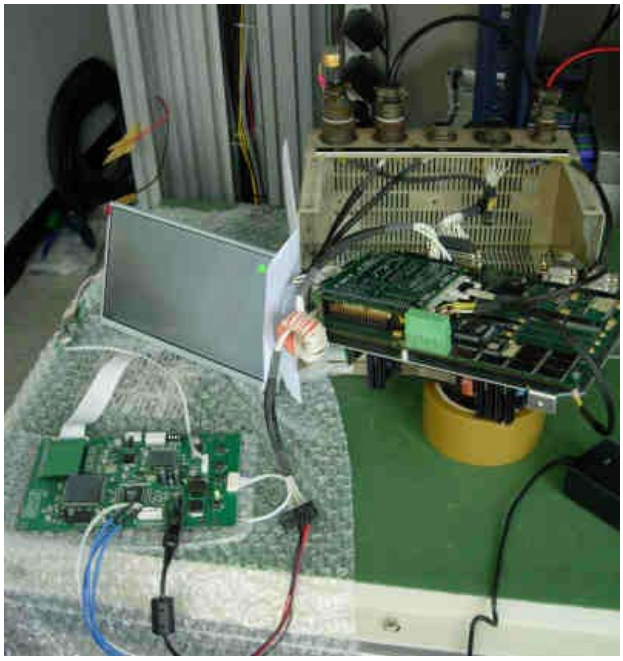

그림 10 장치연결 시험장면

그림 11 주파수 설정 진행

그림 12 설정완료 후 출력

그림10의 장치연결을 통해 초기 설정값 조정을 통해 필요한 화면 주파수 값을 조정하여 동작에 필요한 화면설정을 AD board를 통해 조정하였으며 화면의 색 및 밝기 등을 조절하여 기존 TECA에서 활용하는 수준으로 설정을 맞춘 것이 그림12의 설정완료 후 화면 출력한 것이다.

이러한 조정을 위해 AD board와 DC-DC전원 변환장치를 설치하여야 했으며 화면현시에 대한 시험을 위해 OBCS와 함께 하도록 TEST bad를 구성하여야 했다. 이로서 TECA에서 필요한 입력과 출력에 대한 호환성 검토를 할 수 있는 설계와 환경등을 구성하는 성과를 얻었으며 TECA 내부 장치에 대한 각각의 유지보수와 개별장치의 개발과 요구사항을 찾아 낼 수 있었다.

3. 결론

TECA의 하드웨어를 유지보수하기 위한 방안은 기본적인 분해점검과 청소 그리고 소프트웨어의 관리가 있을 수 있겠으나 이에 대한 유지보수 매뉴얼이나 관련근거가 없는 것이 현실이다. 또한 하드웨어에 대한 사양정립 및 기술적 접근에 대한 시도가 한번도 없었던 상황에서 위와 같은 연구를 통해 TECA의 하드웨어 및 소프트웨어의 유지보수 접근방법에 대한 고찰은 차량의 국산화 및 개조/개선에 대한 요구가 필요한 시점에서 반듯이 선행되어야 하는 과정이 되리라 판단된다.

고장과 불량내역에 대해서 일괄적인 수리를 하는 단계에서 고장 및 의심되는 부품의 단위별 교환 및 유지보수는 하드웨어를 일괄 수리비용 및 단종부품에 대한 수입에서 오는 막대한 비용을 절감할 수 있을 뿐만 아니라 유지보수기술의 향상과 대체품 개발의 기술적 자립기반을 만들 수 있는 연구 기반사업으로 이어갈 수 있으며 한층 더 향상된 제품을 요구하고 만들 수 있는 계기를 마련할 수 있다.

4. 참고문헌

1. CDCF 새로운 콘솔 SNCF-HV-CONSOLE-CDCF Sncf
2. 콘솔 하드웨어의 DS DS ENS 0073 / 01-3114 531 Centralp
3. 콘솔 소프트웨어의 DS DS AFF 0196 / 01-3114 514 Centralp
4. KTX 운전자지원 단말기장치 통신프로토콜에 관한 연구 춘계철도학회 2007
5. 기관사화면지원 KTX차량컴퓨터제어장치개발, 한국철도공사 2006
6. 차상컴퓨터 1 철도경영연수원 한국철도공사 2002