

객차 보조전원장치 interface를 위한 IEEE표준

IEEE Standard for Passenger Train Auxiliary Power System Interfaces

노성찬** , 임용규** , 김윤호*

Rho, sung-chan, Lim, Eung-Kyu, Kim, Yoon-Ho

Abstract

The electrical interfaces among the components comprising the auxiliary power systems and their electrical interface with other train-borne systems are described. As such, this standard treats the auxiliary power system components as black boxes and addresses only their interface requirements.

1. 서론

이 표준은 철도차량의 새로운 구매나 주요한 개선이 필요한 경우 적용된다. 현재의 철도차량은 차량관련 외주관리 기관에서 요구하는 특별한 사항이 없을 경우를 제외하고 표준없이 구매가 행해지고 있다. 그러나 현재의 차량 보수와 개량에 있어서 표준의 필요성이 증대되고 있다. 따라서 차량 외주관리 기관과 차량 공급자들이 차량의 표준을 정하여 그 표준에 의한 차량제작이 이루어 지면 차량의 보수와 개량에 많은 도움이 될 것이다.

2. 목적과 범위

이 표준은 철도 차량용 보조전원장치의 전기적 입력과 출력의 표준화를 목적으로 하고 있다. 이와 같은 표준을 설정함으로써 차량용 보조전원장치에서 공급하는 전원을 사용하는 차량장치의 표준화 설계와 상업적 설계에 공헌할 것으로 생각된다. 또한 철도 차량용 보조전원장치를 구성하는 주요 구성품의 전기적 인터페이스를 정의하는데 도움이 되고, 차량의 설계 표준화에 기여할 것이다. 이에 따라 철도 차량 공급업체의 구를 증가 시키고 가격을 하락시킬 수 있다.

또, 이 표준은 철도 차량용 보조전원장치를 구성하고 있는 구성요소간의 전기적 인터페이스와 다른 차량과의 전기적 인터페이스만을 규정하고 있다. 이 표준에서는 보조전원장치를 구성하는 각종 요소를 하나의 블랙박스로 취급하고, 인터페이스를 위해 필요한 address만을 취급한다.

* 중앙대학교 교수, 정회원

** 중앙대학교 대학원, 박사과정

그러나 이 표준에서는 아래의 장치에 관해서는 표준화의 대상으로 규정하고 있지 않다.

- Motor와 같은 회전기
- 기관차를 위해 필요한 주동력, 보조동력 시스템
- 기계장비 또는 장비의 진동, 절연
- 차량몸체 배선, 보조회로, 차단기, 보호기, 다른 차량과 보조전원장치와의 내부연결장치

3. 보조 전원장치 인터페이스 설계 필요조건

철도차량 보조전원장치의 인터페이스 설계 시 필요조건에는 아래의 보조 시스템과 구성요소들이 포함된다.

- ① 보조 인버터
- ② 중간전압전력공급기
- ③ 저전압 전력공급기
- ④ 축전지 충전기
- ⑤ 축전지

3.1 기능상의 필요조건 정의

차량보조전원시스템을 이루고 있는 중요 구성품과 보조 시스템은 각기 다른 회사에 의해 제작되어 공급된 장치이다. 시스템 성능을 가장 잘 발휘하기 위해서는 효과적인 유지보수체계와 상세한 기술 필요조건이 작성된 인터페이스 정의와 설계내역을 가진 보조 시스템의 제어에 달려있다. 따라서 시스템을 외주를 관리하는 기관에서는 아래 표와 같은 기능적 요구사항을 정의한 표가 준비되어야 한다. 이 표는 시스템의 setting에 필요한 요구사항과 시스템 외주기관에서 준비하는 표에는 모든 적용할 수 있는 모든 필요기능이 나열 되어있다. 어떤 항목은 공동의 책임을 가지고 있는 항목도 있고, 대표로 임명된 자가 첫 번째 책임을 가진것도 있다.

[표 1] 기능 요구사항 정의 표

필요항목 기능	발주기관	차량 제작자	인버터 공급자	LVPS/BC 공급자	축전지 공급자
공칭 저전압 부하 확인					
기본 부하 확인					
비상출력 설정					
차량회복기간					
차량 호환성					
주 전력원 정의					
교류, 직류 부하 해석					
차상 필터					
비상부하량					
저전압과 분산전압강하 정의					
비상시 비상전류특성 정의					
축전지 보수기간					
운전온도 범위					
축전지 크기와 용량					
보수를 위한 축전지와 셀 접근 특성					
설치장소의 매연과 유독가스 레벨					
축전지 충전방법					
저전압 에너지원 특성					
공칭과 비상부하를 위한LVPS 크기					
LVPS의 전류귀선과 고장보호					
순간전압 공칭값 정의					
순간전압 부하 정의					
순간전압부하와 기동위상 측정					
순간전압 단락시간 에너지 저장 필요량 측정					
순간전압분산과 보호 정의					
정지형 인버터 출력 보호 정의					
낮은 1차전압에서 순간전압 분포					
축전지 에이징 요소					

3.2 부하해석

다음의 항목들은 보조전원장치 부하의 적당한 크기를 결정하기 위한 요구사항을 표시한 것이다. 이 부하들은 생산자, 외주관리 기관, 공급자 등에 의해 해석결정된다. 보조전원장치의 크기를 결정하는 것은 중요한 일로 부하의 크기를 너무 크게 설정 할 경우 불필요하게 장치의 크기가 커지며, 장치의 가격이 상승하고, 너무 작게 설정하면 부하의 용량을 충분히 견디지 못하는 경우가 발생한다. 따라서 적절한 부하의 해석과 이에 따른 장치의 용량을 결정하는 것은 대단히 중요한 일이라 할 수 있다.

3.2.1 정지형 인버터 교류 부하

정지형 인버터에 나타나는 교류부하를 결정하기 위해서는 아래의 조건하에서 해석되어진다.

- ① lay-up 조건동안은 정적으로 설계된 부하
- ② 전시간 운전부하
- ③ 최대의 동시 기동 부하
- ④ HVAC 압축기 하강부하와 같은 지속적인 짧은시간의 중부하

위에서 설명한 각 조건을 위해, 정보해석을 위한 각 부하의 항목들의 번지에는 아래의 내용이 포함된다.

- ① 공칭전압, 주파수, 위상
- ② 개별부하의 전력
- ③ 공칭운전 조건에서의 각 부하의 역률
- ④ 각 인버터에 의하여 구동되는 부하의 양
- ⑤ 각 부하에 연결된 전체 전력
- ⑥ 각 부하에 의하여 표시되는 전체 피상전력
- ⑦ 각 부하의 돌입전류

위의 항목에 맞추어 해석된 부하는 차량제작자와 외주관리 기관, 공급자에 의하여 결정된다. 이는 표 2 와 같은 형태이고, 여기에는 적절한 부하, 설치된 부하의 크기가 포함된다.

[표 2] 교류부하 해석

항 목	전 압	부 하 특 성
적정한 부하의 항목과 해설	각 부하의 공칭전압과 역률	부하의 특성 - KW - 역률 - 부하의 양 - 전체 전력 - 전체 KVA - 이외의 다른 특성

3.2.2 저전압 dc 부하

저전압 직류부하는 아래와 같이 LVPS와 back-up 축전지에 나타나는 부하에 의해 해석, 결정된다.

① 공통address/intercom, 무선, 추진제어 등 LVPS로부터의 1차전력을 공급받으나, 자체의 제어전원장치를 포함하는 장치의 표 일정전력부하표.

② 백열등, 계전기 로직 자체에 제어전원장치를 갖지 않는 저항성 부하의 표.

이 유형의 부하에도 두가지 다른 전류의 흐름이 나타난다.

③ 표시장치, 자기파를 보내는 장치 등과 같이 간헐적으로 사용되는 순간적이며 불규칙한 부하의 표.

④ LVPS/battery 전압파형이 독립적이고 일정전류를 흘리는 inverter/ballast 구동과 같은 일정전류 부하의 표.

⑤ 축전지 부하전류 흐름 특성은 LVPS의 고장으로인한 다른 전원공급장치에 의한 전력공급이나, 축전지에 의한 전력공급상태에서 해석하여야 한다.

부하의 해석은 표 3의 형태로 나타낼 수 있다. 모든 형태의 부하는 표 3에 나타나 있다.

[표 3] 직류 부하 해석

형태	단위	부하특성	합계	축전지 부하 방전특성
일정전력부하, 전류부하, 순간 저항부하 등	- PA - 무선 - 빛 등	- 최대 전력 - 평균전력 - 예비전력 - 부하의 양 등	- 평균전력합 - 전류 - LVPS에 의해 공급되는 공칭전압 등	- LVPS가 정지시 축전지에 의해 방전전류 특성, 전류는 부하의 분포에 따라 분류된다. 여기에는 축전지 방전 특성과 같은 것이 있다.

3.3 정지형 인버터

정지형 인버터는 차량의 보조장치를 동작하기 위한 교류전력을 공급한다. 보조 교류부하는 아래와 같은 두개의 항목으로 분류된다.

- a) 고전력 부하 : 에어 컨디셔너의 압축기, 공기 압축기, 견인전동기를 위한 부장품 등
- b) 저전력 부하 : 진공 청소기나 컴퓨터 등과 같은 가정용 전력기기

3.3.1 고전압 출력

3.3.1.1 전압 출력

3상을 모터 기동에 사용하는 고전력을 위한 공칭 시스템 전압 ANSI C84.1-1995의 저전압 항목에 따라야 한다. 따라서 최소한 아래 파라메타들은 차량 제작자나 외주관리 기관에서 가지고 있어야 한다.

- ① 연속 최대 출력
- ② 전압과 오차
- ③ 주파수와 오차
- ④ 전압 주파수 제어
- ⑤ THD와 고조차 전압 요소
- ⑥ 과부하 제한
- ⑦ 순간 최대전류

3.3.1.2 출력전압 주파수

정지형 인버터의 출력전압 주파수는 두가지 형태가 있다.

- ① 고정 주파수 - 이 경우 공칭 주파수와 오차는 차량 제작자와 인증 권한을 가진 기관에 의해 분류된다.

② 가변 주파수 - 이 경우 차량 제작자는 연속가변 또는 불연속 가변인가를 분류하여야 하고, 주파수 상승비에 따른 전압과 주파수의 비율을 정의하여야 한다. 이 결과는 인증기관에 제출하여야 한다.

3.3.1.3 출력 고주파

출력 고주파의 레벨은 정지형 인버터에 의해 구동되는 것과 같은 고전력 부하의 해석에 의하여 결정되어야 한다.

NEMA MG 1-1988은 고조파 함유율의 허용한계를 결정하기 위하여 사용한다.

정지형 인버터에 의한 출력 고주파 발생 레벨은 IEEE Std 519-1992에 있는 표준에 의하여 결정되어야 한다.

이와 같이 차량 제작자와 정지형 인버터 제작자가 함께 인버터에서 발생된 고조파의 허용한계를 결정하여야 한다. 외주관리 기관은 이 과정에서 인가를 담당한다.

3.3.1.4 .시작 조건

하나 또는 그 이상의 다음의 원리를 이용한 기동조건은 표 1에서 정의된 책임한계에 의하여 정의되어야 한다.

① 입력전압에 의한 직접 기동 : 입력전압은 정지형 인버터를 기동하는데 사용하는 에너지를 공급한다.

② 보조 축전지에 의한 기동 : 정지형 인버터에서 사용하는 에너지는 인버터에서 분리된 보조 축전지에 의해 공급되어 진다.

③ 주 차량용 축전지에 의한 기동 : 주 차량용 축전지는 인버터 기동하는 에너지를 공급한다.

3.3.1.5 입력 특징

정지형 인버터가 전원과 직접 연결되어 있는 차량 추진 시스템과 같은 경우는 IEC 61287-1가 입력 필요조건을 분류를 위해 사용된다.

여기에서 고전압 직류입력과 정지형 인버터의 교류 출력은 동전기적으로 절연되어야 한다.

3.3.2 저 전력 출력

ANSI C84.1-1995는 저 전력 출력장치의 전력과 전압비를 규정하는데 사용되어 진다. 전기적 절연은 이 장치에 의해 이루어 진다.

3.3.3 분산형 인버터

외주관리 기관에서 분산형 인버터를 선호하고, 차량제작회사에서 이러한 시스템을 소유하고 있

을 경우에 해당하는 경우이다. 버스라인을 따라 되돌아 오는 IVPS 출력은 제어된다. 개별 부하장치(에어 콘디셔너, 공기압축기 등)는 제어된 직류와 3상 교류장치 구동에 적당한 인버터 변환전압을 받게된다. 이 경우 각각의 인버터 출력은 부하장치와 일반적인 전압변동, 출력 주파수 변동에 맞게되어 있다. 예를 들면, 부하변동과 기동과 정지조건에 보다효율성 증대에 기여할 수 있다. 이 경우 차량제작자는 IVPS의 부하를 정의하여야 한다. 따라서 인버터는 부하장치에 적정하게 맞추어 져야하며, 이와 같은 분산형 인버터를 위한 인터페이스 요구조건은 차량제작회사와 부하제작회사의 의무사항이다.

만약 장치 제작자가 그들이 가진 분산형인버터를 공급한다면 인버터 인터페이스 필요조건은 차량 제작자와 외주관리 기관에 제출하여야 한다. 인버터와 모터를 각각 다른 공급자로부터 공급을 받으면, 차량제작자는 인터페이스 필요조건을 맞추어야 하며, 이를 외주관리 기관에 인증받아야 한다. 이때에는 NEMA MG 1-1998의 기준에 따라야 한다.

분산형 인버터가 IVPS가 없이 직접 수전할 경우 입력은 3.3.1.5의 입력특성에 따라야 한다.

IVPS 제작자는 전압범위, 출력, 초기기동 시퀀스, 운행 후 제3레조식과 커티너리식의 집전자 간격, 제 3 레조식과 커티너리 방식의 정지 시퀀스등과 같은 출력특징을 정의하여야 한다.

3.4 저 전압 전력 공급(LVPS)

3.4.1 LVPS 구성

차량제작자는 축전지와 축전지 충전기와 같은 다른 저전압 기기의 인터페이스 정의와 LVPS 구성 필요조건을 결정 하여야 한다. LVPS의 구성이 고장수리와 외주관리기관에서 요구하거나 분류하는 부하장착 설계에 적합하다는 것을 차량 제작자가 보증하여야 한다.

3.4.2 입력전압

LVPS는 정지형 인버터의 출력과 같은 교류 전원, 또는 직접 고전압 직류 입력으로 부터, 또는 IVPS로부터 전원을 공급 받는 것이 가능하다. 전압값과 범위는 정지형 인버터 출력에 관한 분류나 정지형 인버터 선전압 입력과 같이 정의 되어야 한다.

3.4.3 출력전압

저전압 시스템의 출력은 표 4에서 나타내고 있다.

[표 4] 저전압 출력

공칭전압	25℃에서 LVPS 공칭 출력전압	부하에서 최소전압	부하에서 최대전압
24	28.5	17	34
32	37.5	23	42.5
48	57	34	68
64	74	46	85

차량 제작자, LVPS 제작자, 축전지 제작자는 충전전압, 셀의 수, 지속적인 부하에서 최소전압을 보증할 수 있는 전선의 크기를 선택해야 한다. 만약 열차장이 긴 경우 위 표의 최소전압 이하의 전압강하가 발생하는 경우도 있다. 이 경우 차량 제작자는 출력전압 범위 이상으로 운전되도록 보증하여야 한다. 편차는 의주관리 기관에 제출하여야 한다.

3.4.3.1 공칭전압값

공칭전압은 표 4에서 보여준 24V, 32V, 48V, 64V의 승인된 축전지 전압값으로부터 결정되어야 하며, 25℃에서의 LVPS의 출력전압값이다. LVPS 출력전압범위는 축전지 생산자가 요구하는 적당한 충전전압의 공급에 충분하도록 결정하여야 한다.

3.4.3.2 축전지에 의해 지원을 받는 장치의 운전전압

축전지에 의해 지원을 받는 장치는 표 4의 마지막 항목에 나타난 전압범위 이상에서도 일반운전을 하도록 설계되어야 한다.

3.4.3.3 축전지에 의해 지원을 받지 않는 장치의 운전전압

축전지에 의해 지원을 받지 않는 장치와 LVPS가 정지할 경우 즉각 분리되는 부하는 표 4의 공칭전압의 -10%에서 최대전압 범위에서 일반운전이 되도록 설계되어야 한다.

3.4.3.4 전압 변동

보조 전원장치의 기동시와 같은 때 나타나는 저전압 직류 출력의 전압 변동은 표4의 LVPS의 출력전압의 -40%에서 +40%의 범위로 제한되어야 하며, 1초 이상을 초과하지 않도록 하여야 한다.

3.4.3.5 전력공급 과전압

전원장치의 제어회로 고장의 경우에 나타나는 저전압 직류 공급장치의 과전압은 표 4에 분류된 공칭전압의 40%로 제한되어야 하며, 이는 1초 이상이 지속되지 않아야 한다.

3.4.3.6 축전지 충전전압

축전지 충전전압은 축전지의 형식과 셀의 수, 운전조건에 의하여 결정되어 진다. 온도 보상 필요조건, 축전지 충전기의 리플허용범위, 열차가 일반적인 부하선구를 운전하는 동안 축전지에 전원을 공급하는 충전기의 용량 등과 같은 조건은 차량 제작자에 의해 분류되고 해결되어야 한다.

3.4.4 과전압 보호

전압출력이 분류된 한계를 넘으면 LVPS가 정지하는 것과 같은 보호는 제공되어야 한다. 정지 또는 기동시, 순간전압은 분류된 제한 범위이내에 있어야 한다.

3.4.5 LVPS 전류제한

LVPS는 부하가 최대허용 부하를 초과 할 경우 전류제한 보호회로를 사용하여야 한다. 출력전압은 LVPS전력손실제한에 따라 감소될 것이다.

3.4.6 축전지에 접속되지 않는 기동

LVPS는 전력선으로부터 전원을 공급받는경우와 기동된 인버터로부터 전원을 공급받는 경우에 대비하여 축전지 없이 기동하는 기능을 채용하여야 한다.

3.4.7 부하 분산 제어

LVPS 또는 저전압 분산 시스템은 LVPS로부터 기본적인지 않는 부하를 분리 하거나 4.2.2항에서 설명한 축전지로 운전되는 기본적인 부하를 연결하는 부하분산장치를 포함하여야 한다. 만약 컴퓨터를 이용 열차관리를 할 경우 부하분산제어를 이용할 수 있다.

3.4.8 자동 LVPS의 기동동안의 lay-up 조건

LVPS의 출력이 축전지 충전에 사용되고, 장기간 운전으로 축전지가 방전된다면, 축전지 충전지 충전을 하기위해 LVPS 자동기동장치가 사용되어야 한다.

이 경우 실제의 운전자와 차량 제작자는 명확하게 자동기동 기능의 요구사항과 조건을 정하여야 한다.

3.4.9 동 전기적 절연

LVPS출력은 선로로부터 입력되는 전원과 동전기적으로 절연되어야 한다.

3.4.10 LVPS 축전지 충전 용량

LVPS의 용량은 모든 부하와 축전지의 재충전이 가능하여야 한다. 이것은 일반적인 열차운행중의 부하를 고려하여 결정하여야 한다.

3.5 축전지

인증기관의 다른 제안이 없으면 니켈-카드뮴 축전지를 사용하여야 한다.

3.5.1 축전지 파라메타

축전지의 필요조건을 정의할 때는 외주관리 기관이나 차량 제작자에 의해 제시된 표 1의 직류 시스템에 관한 아래의 파라메타가 포함되어야 한다.

- ① 최소 전압
- ② 최대 전압
- ③ 부하 유형
- ④ 축전지 듀티 사이클
- ⑤ 축전지운전 온도 범위
- ⑥ 온도 보상
- ⑦ 충전시스템의 유형
- ⑧ 방전 주기
- ⑨ 설계 여유

위의 사항을 고려하여, 전지 공급자는 다음의 설계 매개변수를 결정한다.

- ① 충전요소의 상태
- ② 해마다 수명시간에 요구되는 양의 계산을 통해 얻어지는 전지의 수명요소, 정상적인 동작온도, 주기, 방전수(일, 월, 년마다)를 포함, 방전의 깊이, 유지보수에 요구되는 시간
- ③ 열거된 동작온도, 방전을, 방전시간, 최소동작전압에 기인하는 온도 감쇄요소
- ④ 온도 보상 매개변수

3.5.2 축전지 선택/크기

축전지의 크기는 축전지 생산자의 추천된 방법에 맞게 되어야 한다. 축전지 생산자는

차량 생산자와 특성곡선을 제공하여야 한다. 차량 생산자와 의무관리 기관은 축전지를 선택한다. 축전지 생산자는 IEC 60623 (1990-03) [B1]과 IEEE Std 1115-1992 [B3]를 참조하여 축전지의 크기를 결정한다.

3.6 축전지 충전기

차량전용 축전지 충전기는 차량의 축전지 재충전용으로만 사용된다.

3.6.1 축전지 충전기 출력 전압

축전지 충전기는 3.4.3.6항에서 설명한 요구에 따라 출력 전압을 제공한다.

3.6.2 축전지 충전기 용량

충전기는 의무관리기관에 의해 명기된 시간의 기간내에 고갈된 차량의 축전지를 완전히 재충전할 능력을 가지고 있어야만 한다. 충전기는 충전기에 입력의 변화에 영향을 받지 않도록 설계되어야 한다.

3.6.3 충전 수준

충전시스템은 float, trickle, completely off 또는 균등 모드를 축전지의 상태에 따라 자동으로 선택할 수 있는 기능을 보유하여야 한다.

3.6.4 Fault 보호

입력, 출력, 과열 고장 보호 기능이 있어야 한다.

3.7 차량통신용 버스를 통한 제어

만약 전력 컨버터가 차량 통신용 버스를 통한 망이 포함되어 있다면, 그것은 IEEE Std 1473-1999에 정의한 채널, 통신 프로토콜을 통한 통신 하드웨어와 상호연계되어야 한다.

참고문헌

1. IEC 60623 (1990-03), Vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells
2. The IEEE standard dictionary and electronic terms, sixth edition
3. IEEE Std 1115-1992, IEEE recommended practice for sizing Nickel-Cadmium batteries for stationary applications.
4. Urban public transportation glossary, Transportation research board, Washington, DC, 1989
5. Webster's new collegiate dictionary, Springfield, MA: Merriam-Webster, INC