

4장

고압보조 장치

학습목표

- ✓ 고압보조 장치의 개념과 기기 명칭, 기기의 용도를 설명할 수 있다.
- ✓ 보조전원 장치(SIV)의 설치목적과 구동과정을 알 수 있고, SIV 구동 중 발생하는 고장에 대해 응급조치를 할 수 있다.
- ✓ 전기동차의 연장급전을 설명할 수 있고 직접 연장급전 취급을 할 수 있다.
- ✓ 공기압축기(CM)에 대한 용도, 구동과정, 동기구동 회로를 숙지하고 CM 구동 중 발생하는 고장 조치를 할 수 있다.
- ✓ 송풍기 장치의 설치목적과 송풍기의 종류 등을 알 수 있고, 고장 발생 시 현상을 통해 조치 할 수 있다.
- ✓ 냉·난방장치의 기기 취급과 고장 발생 시 응급조치를 할 수 있다.

4.1 고압보조 장치의 개요

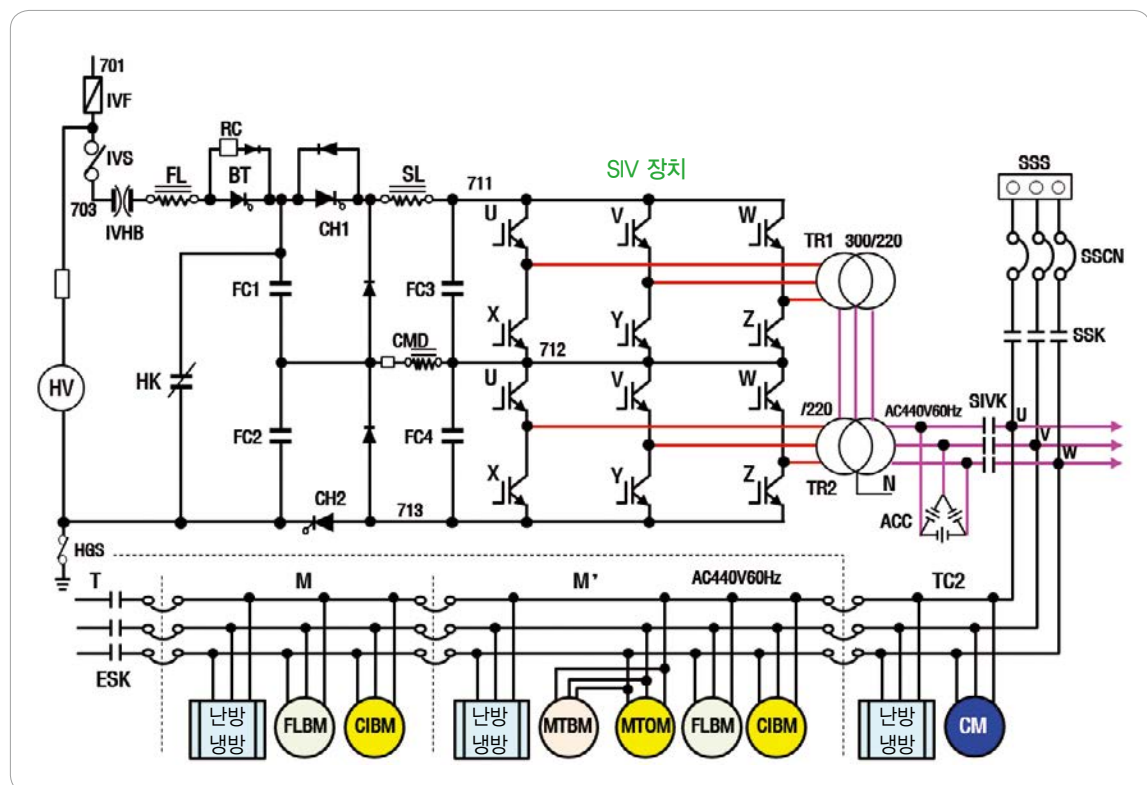
전기동차의 고압보조 장치는 직류(DC) 1500V~1800V를 공급받아 구동하는 보조전원 장치(SIV)와 SIV의 출력 전원을 공급받아 작동하는 공기압축기(CM), 송풍기 장치(BM), 냉·난방 장치, 충전 장치(DC103선 가압), AC440V 연장급전 등을 말한다. AC25,000V를 사용하는 기기는 특고압 장치라고 하고, DC1500V를 사용하는 견인전동기(TM) 장치는 견인제어 장치(주 제어장치)로 통상 정의하므로, 견인제어 장치와 같은 DC 1500V를 사용하면서 전기동차를 견인하지는 않지만 전기동차의 기동 및 운전에 반드시 필요한 기기인 보조전원 장치(SIV)와 전동 공기압축기(CM) 및 그와 관련된 장치들을 고압보조 장치라고 한다. 전기동차의 팬터그래프(Pan)가 상승하고 주회로 차단기(MCB)가 투입되어 고압보조 회로에 DC1500V가 공급되면서 전차선 전압계(HV)가 동작한다. 또한 고압보조 장치인 보조전원 장치(SIV)도 자동으로 구동되어, AC440V의 전력을 출력하여 공급하므로 전동 공기압축기(CM), 주변환기 송풍전동기(CIBM)가 구동하고, 주변압기 송풍전동기(MTBM), 주변압

기 오일펌프전동기(MTOM), 필터리액터 송풍기(FLBM)가 동작하며, 충전장치를 통하여 열차 제어 전원(DC103선 공급 및 축전지 충전)을 공급한다. 또한 냉방장치 및 난방장치가 가동되고, 객실등도 점등된다. 전동 공기압축기(CM)가 구동하여 압축공기를 제어장치, 출입문 장치 및 제동장치 등에 공급하게 되므로 전기동차는 완전하게 기동하게 된다.

4.1.1 고압보조장치 기기 용어

(1) 보조전원장치(SIV : Static Inverter)

DC1500V~1800V를 입력받아 AC3상 440V 60Hz의 전력을 만들어서 전기동차의 표준화 기기인 공기압축기, 냉방장치, 난방장치 등에 공급하며 10량 편성인 경우 3대(TC1,T1,TC2차)가 설치되어 있다.



[그림 4-1] 고압보조장치 기기

(2) 연장급전(Extension Supply)

전기동차 10량 편성인 경우, 3대의 SIV를 구동하여 3량-3량-4량으로 부하를 분담하는데, 1대 이

상의 SIV가 구동할 수 없는 경우 정상인 SIV의 전력을 연장하여 공급받아서 사용하는 것을 말한다.

(3) 전동공기압축기(CM : Compressor Motor)

SIV 전원인 AC 440V 60Hz로 유도전동기를 구동하여 전기동차의 제동장치, 출입문장치, 제어장치 등에 필요한 압축공기를 생산하며 SIV 설치 차량인 TC 차량과 T1차에 설치되어 있다.

(4) 주변환기 송풍기(CIBM : Con/Inv Blower Motor)

주변환기 장치인 Converter와 Inverter의 냉각작용을 하는 송풍기이며, SIV 전원인 AC440V 60Hz로 구동하고 구동차인 M차와 M'차에 설치되어 있다.

(5) 주변압기 송풍기(MTBM : MT Blower Motor)

SIV 전원인 AC440V 60Hz로 구동하며 AC구간 운행 중 주변압기 냉각작용을 하며 M'차에 설치되어 있다.

(6) 주변압기 오일펌프 전동기(MTOM : MT Oil Pump Motor)

SIV 전원인 AC440V 60Hz로 구동하며 Oil Pump의 구동 작용으로 MT 내 절연 오일을 순환하여 냉각작용을 하며 M'차에 설치되어 있다.

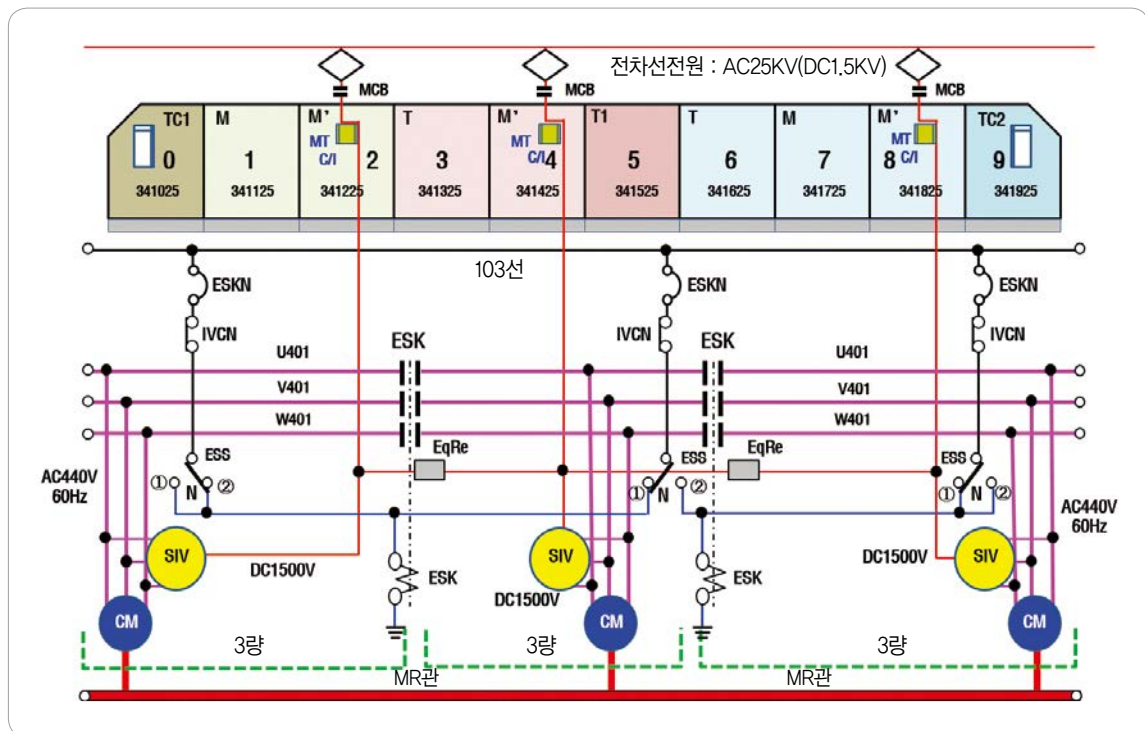
(7) 필터리액터 송풍기(FLBM : Filter Reactor Blower Motor)

전기동차가 직류구간 운행 시 동작하여 필터 리액터(FL)의 냉각작용을 하며 SIV 전원인 AC440V 60Hz로 구동하고 M차와 M'차에 설치되어 있다.

4.1.2 고압보조 장치의 구성

대도시 및 광역철도의 전기동차는 8량, 10량 등 장대화로 편성되어 있어 고장 등에 대비하여 동력이 분산되어 있으며, 수도권 광역 철도의 전기동차는 10량화로 개별 동력을 갖춘 3개 Unit를 고정으로 편성하여 운행하고 있다.

고압보조 장치도 동력운전 장치와 마찬가지로 3개 Unit로 구성되어 있어서 TC1 차량에 설치된 SIV의 출력 전원인 AC440V는 전부 Unit 3량에 공급하고, T1 차량의 SIV는 중간 Unit 3량을 공급하며, TC2 차량의 SIV는 나머지 4량에 공급하도록 설계되었다. 전기동차가 운행 중 1개 Unit가 전차선 공급 전원을 받을 수 없거나 SIV 자체 고장 등으로 구동할 수 없어서 AC440V를 공급할 수 없는 경우는 정상 Unit의 SIV 공급 전원을 연장급전하여 운행할 수 있도록 하였다.



[그림 4-2] 고압보조 Unit 구성

4.2 보조전원 장치(SIV)

4.2.1 SIV 장치 개요

전기동차 운전에 필요하거나 승객 서비스를 위한 각종 기기 장치들은 표준화된 기기로 안정적이고 일정한 정격전압과 정격 주파수의 전원이 필요하다. 견인전동기 등은 부하 변동이 심하여도 충분히 적응하도록 설계되었으나 냉방기, 난방기, 객실등, 제어장치 등은 AC440V 60Hz의 정격 전원이 필요하므로 전기동차 내의 발전소로 불리는 보조전원 장치(SIV)를 설치하였다.

초기형 전기동차인 저항제어 전기동차나 Chopper 제어 전기동차에서는 직류전동기를 사용하여 발전기를 구동하는 회전형 전동발전기(MG: Motor Generator)를 사용하여 AC100V나 AC220V를 공급하였다. 그러나 전기동차의 승객 서비스 향상에 따른 전력 수요가 늘어나고 반도체 산업이 발달하면서 VVVF 전기동차는 중량이 무겁고 복잡한 제어장치를 사용하는 전동발전기(MG) 대신에 반도체 소자를 이용하여 보다 개선되고 향상된 보조전원 장치인 SIV 장치를 전기동차에 사용하게 되었다.



[그림 4-3] 전동발전기(MG), 보조전원 장치(SIV)

4.2.1.1 SIV 주요 제원

[표 4-1] SIV 제원

| 구분 | 항 목 | | 사 양 |
|-------|---------|-----------|----------------------------------|
| 방식 | 주회로 방식 | | 12상 IGBT Inverter |
| | 제어 방식 | | PWM 제어 방식 |
| | 냉각 방식 | | 자연 냉각 방식 |
| 입력 | 정격전압 | | DC 1,500V |
| | 전압변동 범위 | | 900V ~ 1900V |
| 출력 | 정격용량 | | 190KVA(100% 연속), 과부하 내량 200% 1분간 |
| | AC 출력 | 정격용량 | 190KVA(직류 출력 포함) |
| | | 상수 | 3상 4선식 |
| | | 정격전압, 주파수 | AC 440V 60Hz |
| | DC 출력 | 정격용량 | 20KW |
| | | 정격전압 | 100V |
| | | 맥동률 | 5% 이하 |
| 사용 조건 | 주위 온도 | | -25℃ ~ +40℃ |
| | 제어 전원 | 정격전압 | DC 100V |
| | | 전압변동 범위 | 70 ~ 110V |
| 소음 | 소음치 | | 70dB 이하 |

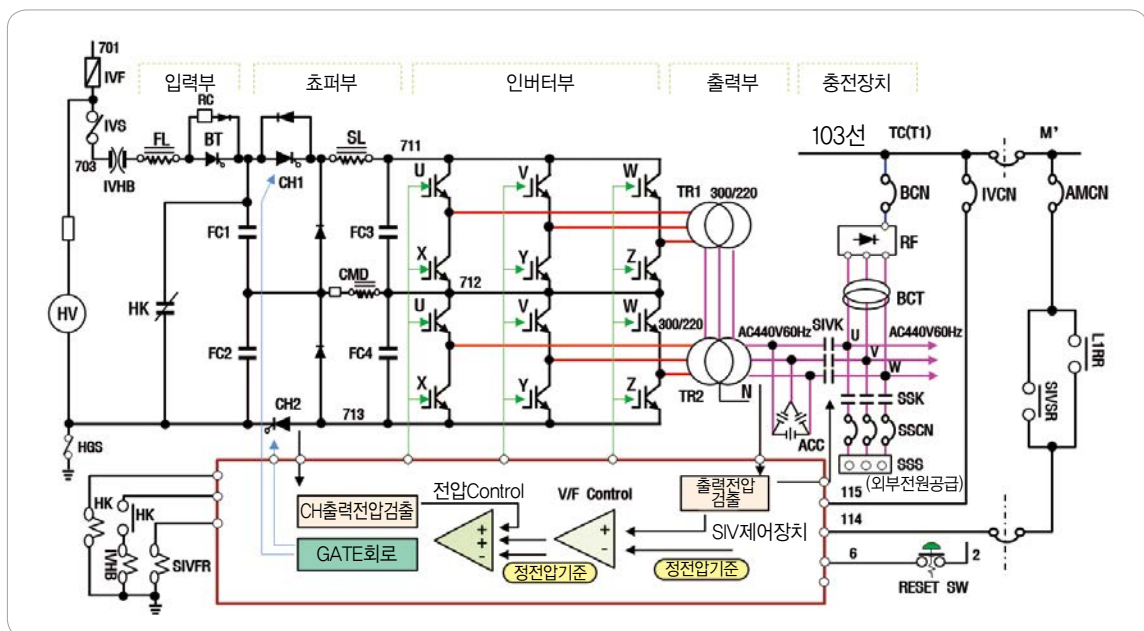
4.2.1.2 SIV 특징

- (1) 전력용 반도체 소자인 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)를 이용하였고 부하 변동에도 적응률이 높고 고속화된 최신의 정지형 인버터 장치이다.

- (2) 장치의 경량화와 신뢰성 향상을 위하여 본 장치의 시스템 구성은 12상 구조이며, 냉각 방식은 히트 싱크를 이용한 자연 냉각 방식을 채택하여 제품의 안정성 및 신뢰성을 극대화하였으며 거의 고장이 발생하지 않는다.
- (3) 인버터의 제어는 입력 전압과 부하 변동에 관계없이 일정한 주파수와 일정한 출력전압을 유지하며, 충분한 기능을 발휘할 수 있도록 설계되어 있다.
- (4) 열차의 제어 전원에 사용되는 축전지의 충전을 위하여 신뢰성 높은 충전장치를 포함하고 있다.
- (5) 고장 시 자기 보호 및 차단 기능을 갖추고 있으며, 1개의 보조전원 장치 고장 시 운전실 내의 스위치 조작으로 연장급전이 이루어질 수 있는 시스템을 구성하고 있다.
- (6) 보수 점검 시 고압 회로를 분리하여 점검자를 보호할 수 있는 기기를 설치하였고, 전동차를 기동하지 않아도 외부에서 3상 전원(AC440V)을 공급받아 고압 장치들을 시험하고 검사할 수 있게 하였다.
- (7) 열차종합정보 장치(TGIS 모니터)와의 인터페이스를 구성하여 고장 정보 등을 운전자에게 신속히 알려 주고 고장 기록 및 각종 Data를 저장하여 보수자가 용이하게 사용할 수 있도록 하였다.

4.2.1.3 SIV 구성

VVVF 전기동차의 SIV 장치의 주요 구성은 입력부, 쇼퍼부(Chopper), 인버터부, 출력부, 충전장



[그림 4-4] SIV 주 회로도

치, SIV 제어장치, 외부전원 공급 장치 등으로 구성되어 있다.

- (1) 입력부 : 전차선 전원인 DC1500V를 입력하는 장치이며, 보호장치에 이상 없이 일정 전압이 검지되면 SIV 제어장치의 Sequence에 의해 초퍼 장치(CH1,2)가 동작한다.
- (2) 초퍼부(CH1,CH2 : Chopper) : 초퍼부는 상하 2중 Chopper 장치(CH1, CH2)로 SIV 제어장치에 의해 교호로 동작한다. G.T.O Thyristor를 사용하며 인버터 장치에 일정한 전원을 공급한다.
- (3) 인버터부(Inverter) : 인버터부는 Filter Capacitor(FC)의 직류전원을 구형파 교류전류로 변환하는 장치이며 IGBT를 이용한 12상 구조로 되어 있다. 구동 방식은 2대의 6상 Inverter를 30도의 위상차로 운전한다. 12상 인버터의 구성은 3개의 히트 싱크모듈로 되어 있고 IGBT 방열을 위해 자연냉각 방식으로 되어 있다.
- (4) 출력부 : 인버터 장치의 AC3상 출력 전원은 정현파 교류 전원으로 전환되고 변압기에서 합성하여 고압보조 장치에 필요한 AC440V 60Hz로 부하에 공급된다.
- (5) 충전장치 : SIV 출력 전원인 AC440V를 충전장치 변압기에서 AC76V로 강압한 후 정류장치를 거쳐 DC100V의 전원을 103선에 공급하면서 축전지(Bat)에 충전한다.
- (6) SIV 제어장치(SIV PLC) : 제어장치는 SIV의 입력 전원과 출력 전원을 모니터링하면서 기동제어 및 정지제어 시퀀스와 Gate 제어, PWM 펄스 발생 등 실시간 제어를 시행하며 이상 시 즉시 보호장치가 동작하도록 구성된다.
- (7) 외부전원공급 장치(SSS) : SIV를 구동하지 않고도 고압보조 장치의 점검 및 정비를 위하여 외부에서 AC3상 440V를 공급받아 부하에 전원공급을 할 수 있는 장치로 구성되어 있다.
- (8) EqRe(전류 평형용 저항기) : AC 전차선 구간의 교-교 절연구간 통과 시 SIV가 정지되지 않고 통과할 수 있도록 정상인 Unit의 전원 공급으로 평형을 맞춘다.



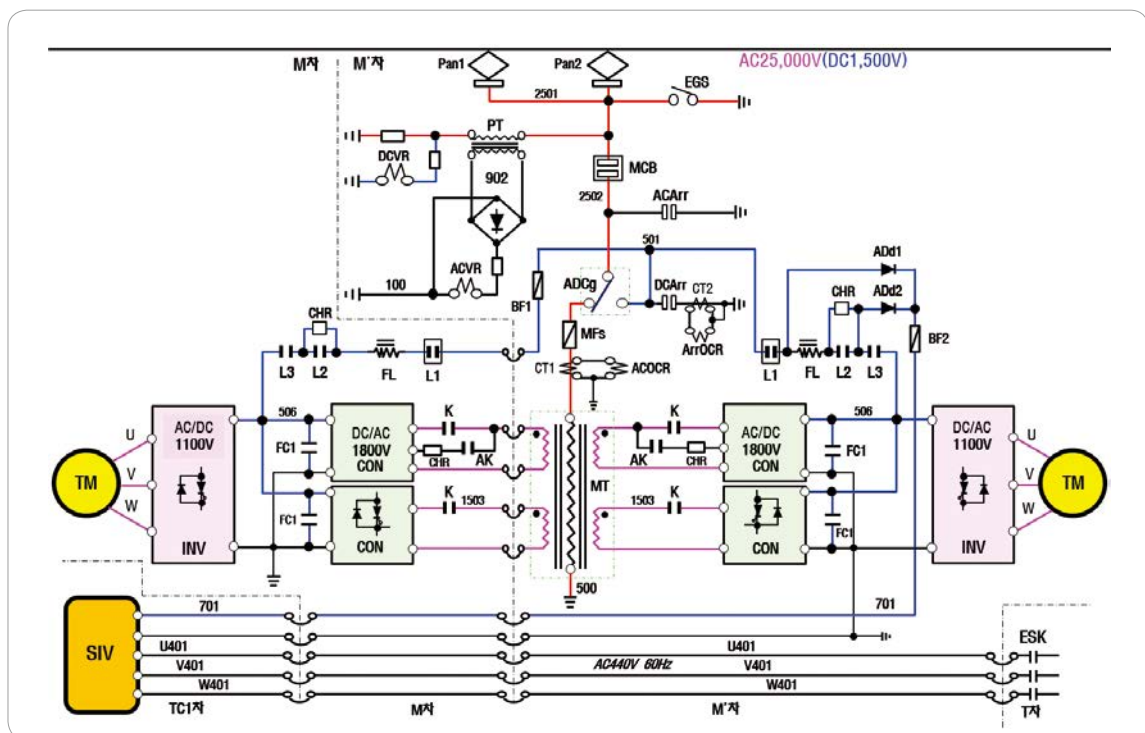
[그림 4-5] ESK, EqRe

- (9) 연장급전 접촉기(ESK) : 고압보조 Unit 분담으로 SIV 전원 공급 중에, 1개 Unit의 Pan을 하강하거나 SIV 고장이 발생하면 연장급전 취급으로 ESK를 투입하여 SIV 전원을 공급할 때 사용한다.

4.2.2 SIV 장치의 기기

4.2.2.1 SIV 전원공급

SIV 장치의 전원공급은 교류구간과 직류구간 운행 시 전원공급 회로가 다르게 구성되어 있다. 특히 교류구간 운행 시에는 주변압기(MT)와 주변환 장치(C/I)를 통하여 SIV를 구동하고 SIV에서 만든 AC440V로 주변압기와 주변환 장치를 강제 냉각하는 송풍기를 구동하도록 회로가 구성되어 있고, 직류구간 운행 시에는 L1 고속도차단기가 투입되면 SIV가 구동된다.



[그림 4-6] SIV 전원 공급 회로도

(1) 교류(AC) 구간

전차선 → Pan → 주회로차단기(MCB) → 교직절환기(ADCg) AC측 → 주퓨즈(MFs) → 주변압기

(MT) → 주변환기(Converter) → L3 → ADd2 → BF2 → 701선 → SIV

(2) 직류(DC) 구간

전차선 → Pan → 주회로차단기(MCB) → 교직절환기(ADCg) DC측 → L1 → ADd1 → BF2 → 701선 → SIV

4.2.2.2 SIV 주요 기기

- (1) IVF(SIV Fuse) : SIV 입력전원(DC1500V)의 과전류 시 SIV 장치를 보호하는 기기로 Fuse Box 내에 들어 있다.
- (2) IVS(Knife Switch) : SIV 유지보수, 점검 시 점검자의 안전을 확보하기 위하여 설치되고 방전 회로를 구성하며 수동으로 취급한다.
- (3) IVHB(SIV고속도차단기) : SIV 고속도차단기로 정상적인 구동 및 정지 시 투입, 차단되고, 동작 중 보호장치 동작 시 신속하게 차단하여 SIV 장치를 보호한다.
- (4) HK(방전 Contactor) : SIV 정상구동 시 항상 동작되어 있으며, Normal Close Type(동작 시 차단형태)이다. SIV 정지 시는 HK가 투입 되므로 FC에 충전된 전하를 안전하게 방전한다.
- (5) FL, SL(평활 리액터)
 - 1) FL(Filter 리액터) : 입력전원(DC1500V)의 Ripple 전류를 평활하게 하고 L-C 공진회로를 이용하여 고조파를 제거한다.



[그림 4-7] SIV 전면부(Cover 개방) 기기 배치



[그림 4-8] SIV 후면부(Cover 개방) 기기 배치

- 2) SL(Smoothing 리액터) : 인버터부의 Chopper 작용 및 Switching 작용으로 발생할 수 있는 Ripple 전류 및 고조파를 제거한다.
- (6) FC(Filter Capacitor) : FL과 함께 입력전압, 입력전류의 Filtering을 통해 안정화된 전원으로 SIV가 구동하게 한다.
- (7) TR1, TR2(출력측 변압기) : SIV 출력전원인 AC3상 220V, 2조를 합성하여 AC440V 60Hz로 변환한다.
- (8) BCT(충전용 변압기) : SIV 출력 AC3상 440V 60Hz를 AC 76V로 강압하여 정류 장치(RF)에서 DC100V로 정류하여 103선 가압 및 축전지(Battery)에 충전한다.
- (9) SIVK(SIV 출력 접촉기) : SIV 제어장치에서 SIV 출력전압을 검출하여 부하에 전원을 공급할 수 있는 충분한 전압과 주파수인 AC3상 440V 60Hz가 확보되었을 때 SIVK를 투입하여 부하에 공급하고 전압과 전류가 충분하지 않으면 자동 차단된다.

4.2.3 SIV 구동

전기동차를 기동하기 위해 Pan을 상승하고 MCB가 투입되면 SIV 주회로인 701선에 DC1,500V가 공급된다. 제어회로는 TC차 103선에서 IVCN을 통해 115선이 제어장치에 입력되어 기동준비를 하며, M'차 103선의 AMCN을 통해 114b선의 SIV 기동명령이 제어장치에 입력이 되면 SIV는 구동하

게 된다. 상기한 세 가지 신호 중 어느 한 가지 신호라도 입력되지 않으면 SIV는 구동하지 않는다.

4.2.3.1 SIV 기동제어

- (1) 103선 제어전원 → IVCN → 115선 → SIV 제어장치 입력한다.
- (2) 전기동차의 Pan이 상승되고 MCB가 투입되면 교류구간 에서는 Converter 장치가 기동되고, 직류구간 에서는 L1이 투입되면서 DC1500V가 701선으로 SIV에 공급된다.
- (3) M'차 103선 제어전원(DC100V) → AMCN → 교류구간 SIVSR(a), 직류구간은 L1RR(a)을 거쳐 → 114b선 → SIV 기동명령이 제어장치에 입력된다.
- (4) SIV 제어장치는 HK를 동작하여 방전회로를 차단하고 IVHB를 투입한다.
- (5) FC1, FC2에 초기충전이 2분압 되고 BT(보조Thyristor)에 Gate 점호로 on 되면 DC1500V가 공급이 되고 쇼퍼 장치가 동작을 시작한다.
- (6) GTO Thyristor로 구성된 쇼퍼(CH1,CH2)장치가 동작하면서 2대의 Inverter 장치가 30°의 위상차로 교호로 운전하고 그 출력을 변압기에서 합성한다.
- (7) SIV 출력전원이 AC440V 60Hz의 정(定)전압, 정(定)주파수가 형성되면 SIVK를 투입하여 부하에 전원을 공급한다.

4.2.3.2 SIV 정지제어

- (1) Pan 하강(전차선 단전 시 등) 및 MCB off 신호 입력 시
- (2) 제어전원 차단 시(IVCN off 시, AMCN off 시)
- (3) 보호장치 동작 시(SIV 경(輕)고장, 중(重)고장 발생 시)

SIV 정지신호가 입력이 되면 IVHB가 자동 차단되고 HK(방전 접촉기)는 닫힘으로 동작하여 FC의 충전 전하를 신속히 방전한다.

4.2.4 SIV 보호동작

SIV가 운전 중에 보호장치가 동작하면 즉시 IVHB가 차단되고 HK는 닫힘 동작이 된다. 보호장치 동작은 경고장과 중고장으로 나누어진다. 경고장은 SIV는 정지되지만 고장 내용이 TGIS 모니터에 표시되지 않고 Fault등과 차측등도 점등되지 않으며, SIV 제어장치에서 3초 후 자동 Reset 신호로 구동되어 60초간 감시 시간을 갖는 보호장치 동작을 말한다. 중고장은 TGIS 모니터에 “SIV 고장”이 표시되고 SIV 제어장치에서 SIVFR을 여자 하여 Fault등과 차측등이 점등되는 고장으로 SIV는

정지되고 자동 Reset이 Locking 되어 재(再)기동되지 않는다.

중고장 요인은 경고장 발생으로 60초간 감시시간 내 재고장이 발생하거나, 고장 발생요인 자체가 중고장 원인으로 BF2 용손시, IVF 용손시 등, 운전실에서 Reset 취급으로 복귀할 수 없는 경우이다.

4.2.4.1 SIV 보호 동작 항목

[표 4-2] SIV 보호 동작

| 보호 항목 | 약어 | 비고 | 보호 항목 | 약어 | 비고 |
|------------|-----------|-----|----------|-------|-----|
| AC출력회로단락 | ASOC | 중고장 | 출력 과전압 | ACOVD | 경고장 |
| 초퍼 과전압(CH) | CHOVD1,2 | 경고장 | 출력 저전압 | ACLVD | 경고장 |
| 초퍼 과전류(CH) | CHOC1,2 | 경고장 | BF2 용손 | | 중고장 |
| 인버터 과전압 | INVOVD1,2 | 경고장 | IVF 용손 | | 중고장 |
| 인버터 과전류 | INVOC1,2 | 경고장 | SIV장치 과온 | | 중고장 |
| 콘덴서분압 이상 | CUVD | 경고장 | 충전계통 이상 | | 중고장 |
| 제어전원 이상 | CPSF | 경고장 | | | |

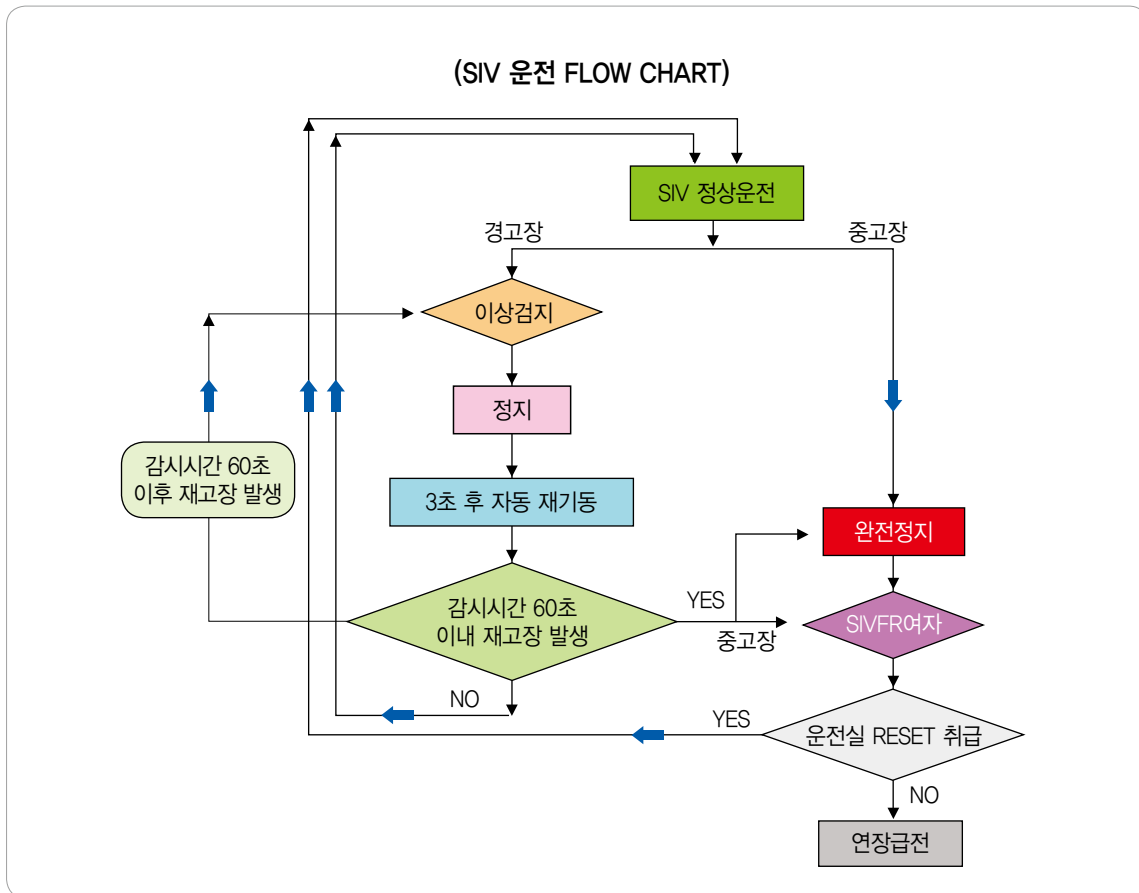
※ AC 출력회로 단락(ASOC)

SIV(보조전원 장치)의 출력전압을 전원으로 사용하는 기기 중 하나의 부하에 단락과 같은 문제가 발생하였을 경우, SIV는 출력 과전류에 의한 보호동작으로 정지한다. 운전실 Reset 취급 시 재고장이 발생하고 SIV는 Shutdown 되며, 연장급전 하면 연장급전하는 SIV 또한 동일 원인으로 정지되어 결국 SIV가 모두 정지하게 되므로, 이 경우에 ASOCR을 여자 하여 연장급전 회로가 구성되지 않게 하였다.

4.2.4.2 SIV 경고장

SIV 운전 중 제어장치 내 보호동작은 System의 이상 감지 시 즉시 동작하여 SIV를 구동 정지하고 자동 Reset 신호를 발생한다.

- (1) SIV 운전 중 제어장치 내의 보호장치는 이상을 감시한다.
- (2) 보호장치가 동작하면 IVHB가 차단되고 SIV는 구동 정지된다.
- (3) SIV가 정지하고 3초 후 자동 Reset 신호로 재기동한다.
- (4) 자동 재기동한 후 60초간 이상 상태를 감시한다.



[그림 4-9] SIV 보호장치 동작 시 운전 과정

- (5) 감시시간인 60초 내에 재고장이 발생하지 않으면 정상 구동 상태를 유지하고, 감시시간 내에 재고장이 발생하면 중고장으로 전환되어 IVHB는 다시 차단되고 SIV는 정지 상태로 Locking 된다.

4.2.4.3 SIV 중고장

SIV 운전 중 발생하는 고장 자체가 중고장 요인이거나, 경고장 발생 후 60초 내 재고장이 발생하는 경우를 말한다. SIV 제어장치에서 SIVFR을 여자 시켜 운전실 TGIS 모니터에 “SIV 고장”이 나타나고 고장 대표등인 Fault등과 고장 차량의 차측등을 점등시켜 기관사가 고장 상황을 알 수 있도록 한다.

- (1) 보호장치가 동작하면 IVHB가 차단되고 SIV는 정지된다.
- (2) TGIS 모니터에 “SIV 고장” 현시되며, Fault등, 고장차량 차측등이 점등된다.



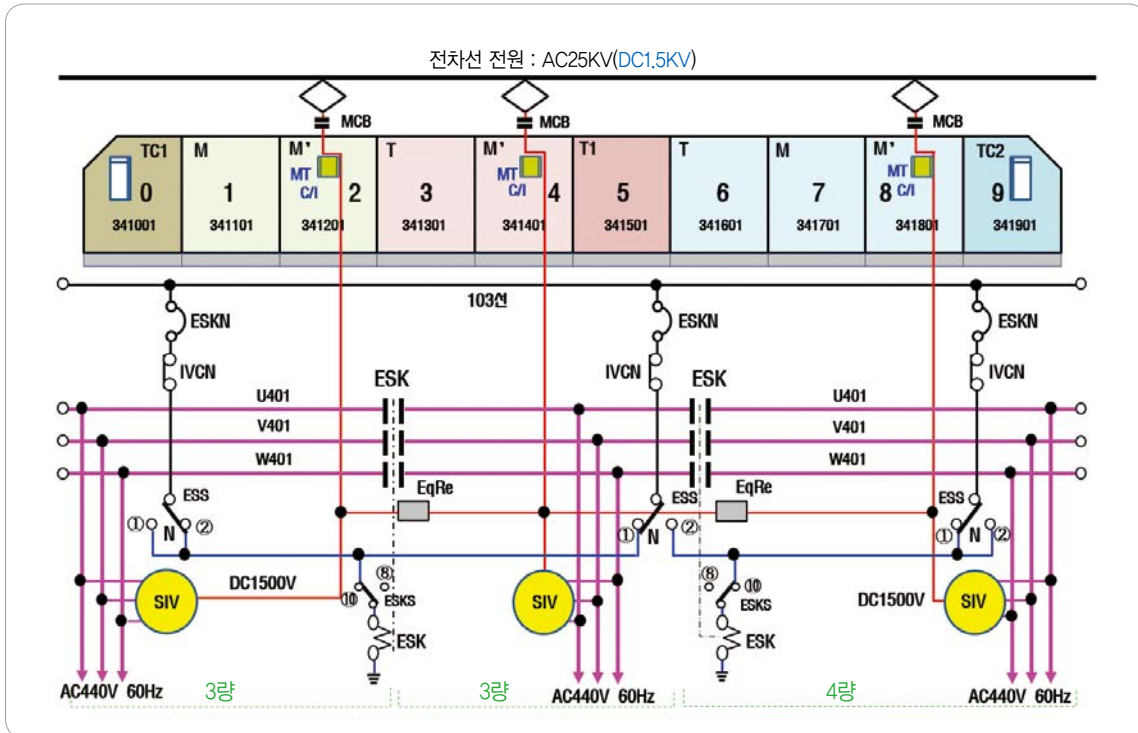
[그림 4-10] SIV 고장 시 모니터 현시, 차축등 점등

- (3) 고장 Unit AC440V 공급 차단으로 고압보조 기기 구동이 정지된다.
(충전장치, CM, MT 냉각장치, C/I 송풍기, 냉난방, 객실 AC등 정지)
- (4) SIV 중고장 발생하고 60초 후 고장 Unit의 MCB가 차단된다.
- (5) 운전실에서 MCBOS → RS(Reset) → 3초 후 MCBCS 취급으로 복귀한다.
- (6) 고장 복귀 불능 시 ESPS 취급하여 연장급전한다.
- (7) ESPS 취급으로 연장급전 불능 시 직접 고장차량에 가서 배전반 내 IVCN을 차단하여 연장급전한다.

4.3 AC440V 연장급전(Extension Supply)

4.3.1 연장급전 개요

수도권 광역 전기동차는 10량 편성으로 3대의 SIV를 설치하여 3개의 고압보조 Unit로 운행하는데, 1개 Unit 이상의 SIV가 고장 등으로 구동 불능되거나 1개 Unit 이상의 Pan 하강, MCB 투입불능 등이 발생하면 해당 Unit은 AC440V가 차단된다. 그러면 그 Unit의 CM(공기압축기) 등의 고압보조 기기를 사용할 수 없어 열차의 안전운행과 승객 불편이 발생하므로 정상 Unit SIV 전원을 연장하여 고장 Unit로 공급받을 수 있게 하는 것이 연장급전 취급이다.



[그림 4-11] 연장급전 간략도

4.3.1.1 연장급전 기기

(1) ESPS(연장급전 스위치)

운전실에 설치된 연장급전 원격 스위치로 고장 차량에 가지 않고 연장급전을 취급할 수 있도록 하였다. 다만, ESPS 취급으로 연장급전이 가능한 경우는 SIV 중고장 발생으로 SIVFR이 여자 된 경우에만 해당된다.



[그림 4-12] ESPS, ESS(연장급전 선택 스위치)

(2) ESS(연장급전 선택 스위치)

SIV가 설치된 차량(TC1, TC2, T1)에 있는 연장급전 선택 스위치로 “①” 위치, “자차(N)” 위치, “②” 위치로 3개 위치를 가지고 있다. 운전실(TC1 차량)에 설치된 ESS는 “②” 위치로, 후부 운전실(TC2 차량)은 “①” 위치로 설정되어 있지만 의미가 없으며, 중간 차량인 T1 차량의 ESS는 선택이 가능하지만 “①” 위치로 설정되어 있다. ESS가 “자차(N)” 위치인 경우는 연장급전이 되지 않는다.

(3) ESKS(연장급전 접촉기 스위치)

연장급전 접촉기(ESK)가 설치된 T 차량(3호차, 6호차)의 배전반에 위치하고 6량 편성이나 10량 편성인 경우에는 “T” 위치로, 8량 편성인 경우에는 “N” 위치로 설정되어 있으므로 연장급전이 되지 않을 때는 ESKS의 위치 확인이 필요하다.



[그림 4-13] ESKS, ESK, IVCN

(4) ESK(연장급전 Contactor)

T 차량(3호차, 6호차)의 차량하부에 설치되어 있으며 ESK가 여자 되면 투입되어 정상 SIV의 AC440V를 고장 차량에 공급하는 연장급전 접촉기다.

(5) IVCN(SIV 제어 NFB)

SIV의 제어장치를 담당하는 차단기로 대단히 중요한 NFB이다. 또한 연장급전을 취급한다는 것도 IVCN이 차단되어야 연장급전이 구성된다. SIV 고장으로 운전실에서 ESPS를 취급하면 IVCN이 자동차단 되고, 해당 Unit의 Pan 하강 등으로 SIV 구동 전원인 DC1,500V를 공급받을 수 없는 경우에는 직접 해당차량의 IVCN을 수동 차단하면 연장급전이 이루어 진다. IVCN이 차단되면 TGIS 모니터에 “연장급전” 표시와 “SIV 통신이상” 자막이 나타나도록 하였다.



[그림 4-14] AMCS 전면부(COVER 개방)

(6) AMCS(자동 연장급전 스위치)

자동운전(ATO 운전) 및 1인 운전에 대비한 장치로 AMCS가 “자동” 위치에 있을 경우 SIV 고장으로 SIVFR이 여자 하면 IVCN Trip 계전기 여자회로가 자동으로 구성되어 연장급전이 이루어지게 하는 장치이다(AMCS 설치 차량만 사용).

4.3.1.2 연장급전 취급하는 경우

(1) 완전부동 취급 시

- Pan 파손 및 집전장치 고장 시
- 피뢰기(ACArr 또는 DCARR) 동작 시
- 비상 접지 스위치(EGS) 용착 시
- 주 퓨즈(MF) 용단 시
- 디젤기관차(DL)로 구원을 받을 때
- 기타 필요시(MCB 투입 및 차단 불능, 전차선이 없는 구간에서 잘못 진입 시, L1차단 복귀 불능 시 등)

(2) AC구간 운행 중 M'차 주변환기(C/1) 고장으로 복귀 불능 시

- DC구간 운행 중 M'차 L1 강제차단으로 복귀 불능 시

(3) SIV 고장 시

- 경고장 발생 후 60초 내에 재고장 발생시
- 1차 고장이 중고장으로 발생시

4.3.2 연장급전 취급 방법

연장급전 취급 방법은 설명한 바와 같이 SIV 고장 시에는 운전실에서 ESPS를 취급하여 전기적으

로 IVCN을 차단하여 연장급전하고, SIV 고장이 아닌 경우에는 고장 차량의 배전반 내 IVCN을 직접 수동차단하여 연장급전을 해야 한다. 정상적인 차량도 IVCN이 차단되면 SIV가 정지하고 연장급전 회로가 구성된다.

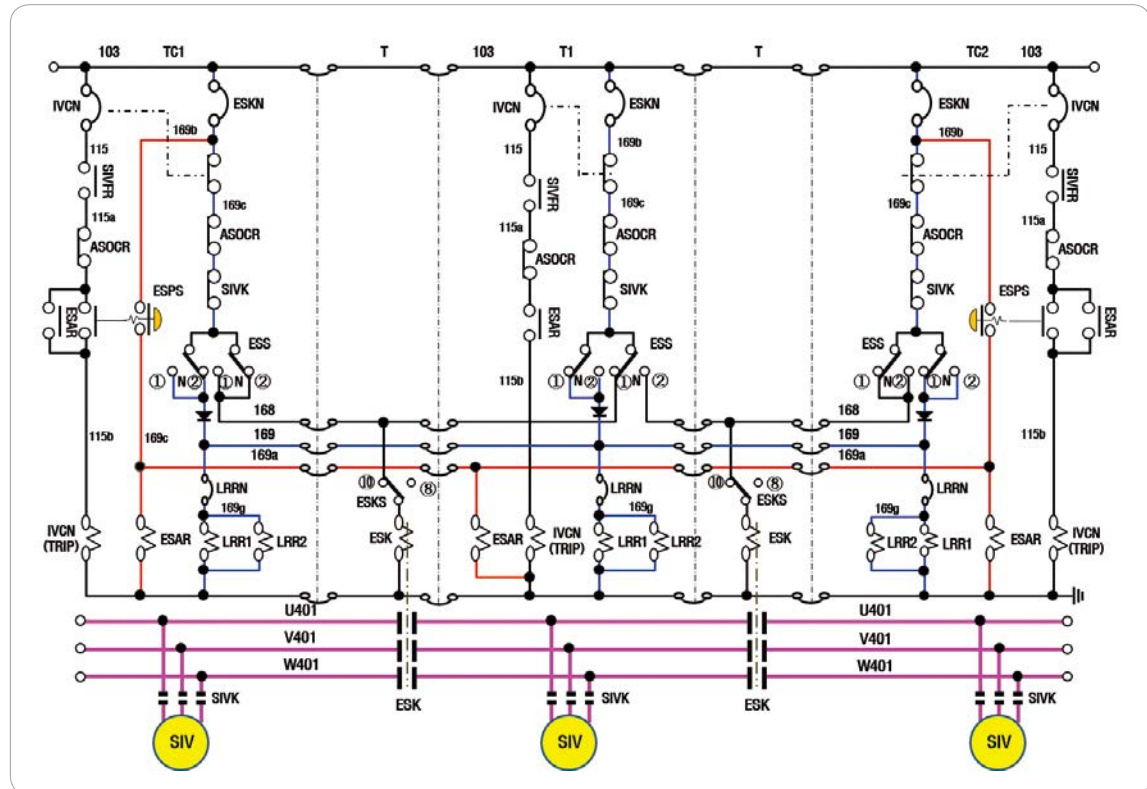
4.3.2.1 전부 Unit SIV 고장 시

운전실 TGIS 모니터에 “SIV 고장”이 현시되고 Fault등과 해당 차량 차측등이 점등되므로 고장 상태를 알 수 있다.

(1) 운전실에서 MCBOS → RS → 3초 후 MCBCS 취급으로 복귀한다.

(2) 복귀 불능 시 전부 운전실 ESPS를 취급하여 연장급전한다.

- 103선 → 전부TC차 ESKN(on) → 169b → ESPS취급 → ESAR(SIV차량) 여자
- 103선 → IVCN(on) → 115 → 전부TC차(고장차량) SIVFR(a) → ASOCR(b) → ESAR(a) → IVCN(Trip) Coil(계전기) 여자로 IVCN이 자체 차단된다.
- 103선 → ESKN(on) → IVCN(b) → 169c → ASOCR(b) → 169d → SIVK(b) → ESS ② 또는



[그림 4-15] 연장급전 회로도

① 위치에서 168선과 전 차량에 169선이 가압된다.

– 168선 → T차(3호차) → ESKS ⑩량 위치 → ESK 투입코일이 여자 된다.

– 169선 → 전차량(10량 전체)의 LRRN(on) → LRR1, LRR2가 여자 한다.

3호 차량(T차)의 연장급전 접촉기(ESK)가 투입되어 중간 Unit의 T1차(5호 차량) SIV에서 공급하는 AC440V를 전부 Unit에 공급하므로 고압보조 장치의 기기들과 객실 AC등을 점등할 수 있으며, 전체 차량의 LRR1과 LRR2가 여자 되므로 부하가 반감되거나 감소하게 된다.

ESPS 취급으로 연장급전이 안 되거나 완전부동 취급 시 등의 경우에는 배전반을 열고 IVCN을 직접 차단하면 연장급전이 구성되도록 되어 있다. ESPS 취급이나 또는 IVCN 차단으로 연장급전이 되지 않으면 고장차의 ESS가 “자차(N)” 위치인지 여부를 확인하거나 T차(3호 차량) 배전반 내 ESKS의 ⑩(T위치)량 위치를 확인한다.

4.3.2.2 중간 Unit SIV 고장 시

(1) 운전실에서 MCBOS → RS → 3초 후 MCBOS 취급으로 복귀한다.

(2) 복귀 불능 시 전부 운전실 ESPS를 취급하여 연장급전한다.

- 103선 → 전부TC차 ESKN(on) → 169b → ESPS취급 → ESAR(SIV차량) 여자
- 103선 → T1차 IVCN(on) → 115 → 중간T1 차량(고장차량) SIVFR(a) → ASOCR(b) → ESAR(a) → IVCN(Trip) Coil(계전기) 여자로 T1차의 IVCN이 자체 차단된다.
- 103선 → T1차 ESKN(on) → IVCN(b) → 169c → ASOCR(b) → SIVK(b) → ESS를 ① 또는 ② 위치로 선택할 수 있지만 “①” 위치로 설정하였다. ESS는 자차(N) 위치만 아니면 168선과 169선이 가압되고 169선은 전 차량에 직통된다.
 - ESS “①”위치 : 168선 → T차(3호차) → ESKS⑩량 위치 → ESK 여자 된다.
 - ESS “②”위치 : 168선 → T차(6호차) → ESKS⑩량 위치 → ESK 여자 된다.
 - 169선 → 전체차량(10량)의 LRRN(on) → LRR1, LRR2가 여자 하여 부하가 반감되거나 감소하게 된다.

중간 Unit(T1 차량)의 SIV 고장 시 ESS를 “①” 위치로 하면 전부 Unit SIV에서 AC440V를 공급받으며 6량의 전원 공급을 담당한다. ESS를 “②” 위치로 하면 후부 Unit SIV에서 전원을 공급받는데, 이때는 7량의 전원을 담당하게 되어 부하가 많이 걸리므로 중간 Unit의 ESS를 “①” 위치로 한다. 연장급전이 안 되면 중간 Unit의 IVCN을 직접 차단하고, ESS 위치와 ESKS 위치를 확인해야 한다.

4.3.2.3 후부 Unit SIV 고장 시

- (1) 운전실에서 MCBOS → RS → 3초 후 MCBCS 취급으로 복귀한다.
- (2) 복귀 불능 시 전부 운전실 ESPS를 취급하여 연장급전한다.
 - 103선 → 전부TC차 ESKN(on) → 169b → ESPS취급 → ESAR(SIV차량) 여자
 - 103선 → 후부TC차 IVCN(on) → 115 → 후부 TC 차량(고장차량) SIVFR(a) → ASOCR(b) → ESAR(a) → IVCN(Trip) Coil(계전기) 여자로 후부 TC차의 IVCN이 자체 차단된다.
 - 103선 → 후부 TC차 ESKN(on) → IVCN(b) → 169c → ASOCR(b) → SIVK(b) → ESS ① 또는 ② 위치에서 168선과 전 차량 169선이 가압된다.
 - 168선 → T차(6호차) → ESKS ⑩량 위치 → ESK 투입코일이 여자 된다.
 - 169선 → 전체차량(10량)의 LRRN(on) → LRR1, LRR2가 여자 하여 부하가 반감되거나 감소 하게 된다. 6호 차량(T차)의 연장급전 접촉기(ESK)가 투입되어 중간 Unit의 T1차 SIV에서 공급하는 AC440V를 후부 Unit에 공급하게 된다. 연장급전이 안 되면 후부 Unit의 IVCN을 직접 차단하고, ESS 위치, ESKS 위치를 확인해야 한다.

4.3.3 연장급전 취급 후 현상

연장급전 취급으로 IVCN이 차단되어 연장급전이 구성되면 운전실 TGIS 모니터의 “차량상태” 모드에 연장급전 상태가 표시되고 “운전상태” 모드에서는 “SIV 통신 이상”이 표시된다. SIV 자체고장으로 SIVFR이 여자 된 경우에는 Fault등과 해당 차 차측등이 점등되어 있으므로 연장급전 후 MCBOS → RS → 3초 후 MCBCS 취급으로 고장내용을 복귀하여야 한다.

4.3.3.1 연장급전(IVCN 차단) 취급 시 동작 기기

- (1) 해당 차 SIV 구동 불능된다.
- (2) 해당 Unit T차 ESK가 투입되어 연장급전된다.
- (3) 전체 차량의 부하 감소 계전기인 LRR1, LRR2 여자 된다.

4.3.3.2 연장급전(IVCN 차단) 취급 후 현상

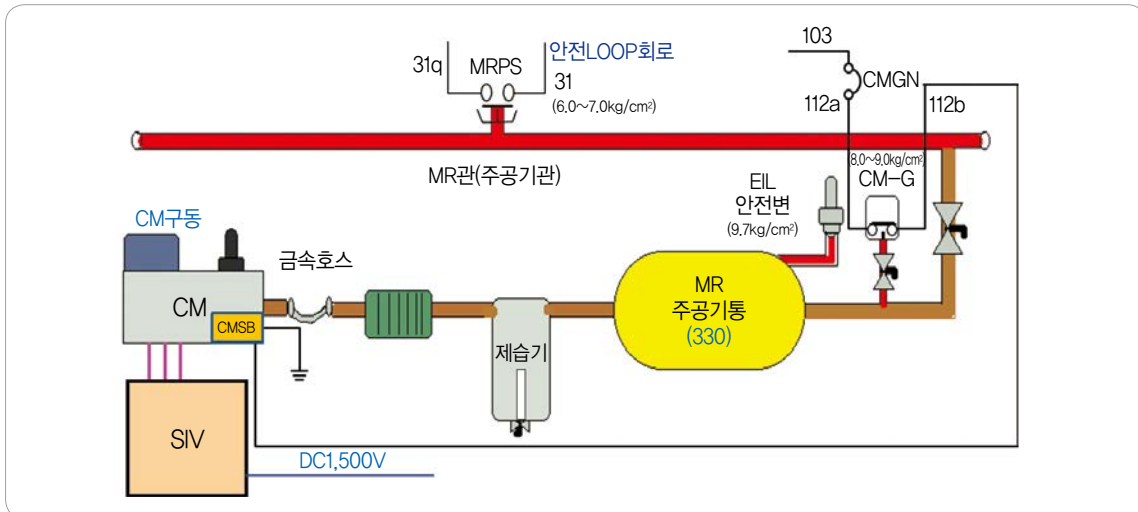
- (1) 정상 Unit에서 AC 440V를 고장 Unit에 공급한다.
- (2) 고장 Unit의 CM이 3초 후 재(再)기동한다.
- (3) 전체 차량의 객실등이 반감된다(객실 AC등).

- (4) 전체 차량의 난방 1050W 취급 시 350W 난방이 가동되지 않는다.
- (5) 전체 차량의 냉방 FULL 취급 시 Half(반) 냉방으로 가동된다.
- (6) 고장 Unit 동력운전 장치 출력이 정상화된다.

4.4 전동 공기압축기(Compressor Motor)

4.4.1 전동 공기압축기(CM) 개요

전기동차 운행에 필요한 제동장치, 출입문장치, 기동 제어장치 등에 압력공기가 필요하므로 대용량의 공기압축기를 설치하여 사용하고 있다. 전동 공기압축기(CM)는 SIV의 전원인 AC440V로 전동기가 구동하며, 커플링으로 직결된 압축기에서 압축공기를 생성하여 전 차량 관통관인 MR 관을 통하여 각 차량에 공급한다.



[그림 4-16] 공기압축기의 구성도

초기 저항제어 전기동차의 공기압축기는 DC1,500V의 직류전동기로 실린더형 압축기를 구동하였는데, 전동기의 정격 제한 30분의 단점 등 유지 보수의 어려움이 있었다. VVVF 전기동차는 AC440V의 교류 유도전동기와 나사형 회전방식의 스크루 압축기를 사용함으로써 직류전동기의 단점을 보완하고 신뢰성, 효율 향상 등이 많이 개선되었다. 10량 편성의 VVVF 전기동차의 CM은 SIV



[그림 4-17] Cylinder형, Screw형 공기압축기

가 설치된 TC1, T1, TC2 차량에 3대가 설치되어 있으며 SIV 고장 등 AC440V 전원공급이 중단되면 구동이 정지되지만 연장급전하면 정상적으로 재(再)구동한다.

4.4.1.1 전동 공기압축기(CM) 정격

(1) 교류전동기

[표 4-3] CM 전동기 제원

| | | |
|-----|------|----------|
| 전동기 | 구 조 | AC 전동기 |
| | 정격전압 | AC 440V |
| | 주파수 | 60Hz |
| | 출 력 | 15kW |
| | 회전수 | 1,750rpm |
| | 극 수 | 4poles |

(2) SCREW형 압축기

[표 4-4] CM 압축기 제원

| | | |
|-----|--------------|-------------------------|
| 압축기 | 형 식 | YT2000AM2 |
| | 구 조 | 암수 로터에 의한 연속 1단 압축 |
| | 오일 최대 용량 | 8ℓ ~ 10ℓ |
| | 자유 공기 방출량 | 1,700ℓ /min ± 10% |
| | 토출 압력 | 9 kgf/cm ² |
| | 주위 사용 온도 | -25℃ ~ +40℃ |
| | 에어엔드 Unit 형식 | F102 표준형 |
| | 윤활유 냉각 방식 | Oil Cooler에 의한 강제 송풍 냉각 |
| | 소음 수준 | 77dBA 이하 |

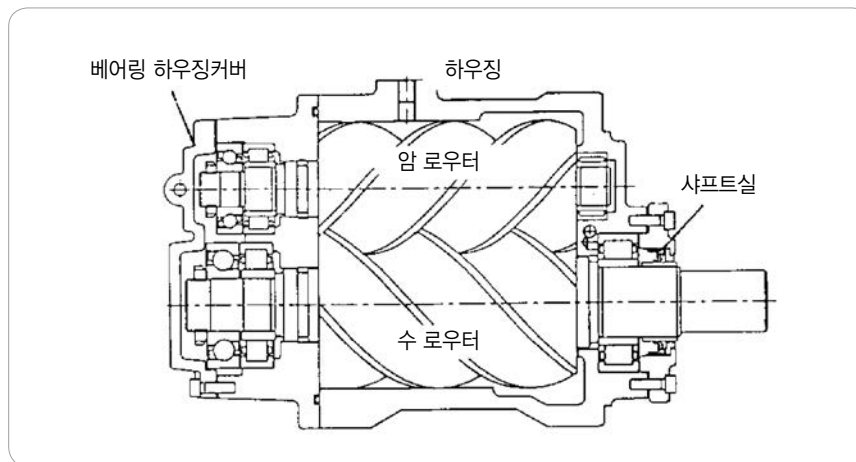
4.4.1.2 전동 공기압축기(CM) 및 관련 기기

(1) AC(교류) 전동기

SIV 공급 전원인 AC440V 60Hz로 구동하는 유도전동기로 CM 기동장치인 CMSB에서 VVVF 인버터 제어System으로 충격을 최소화하면서 Soft Starting 하고 정지한다. 전동기는 공기압축기의 프레임 구조로 되어 있는 취부대에 장착되어 있으며, 전동기 및 스크루 공기압축기는 4개의 행거 브래킷에 취부되어 있고 그 안에 끼워진 방진고무에 의하여 차체의 진동을 흡수하며 원만하게 작용할 수 있게 하였다.

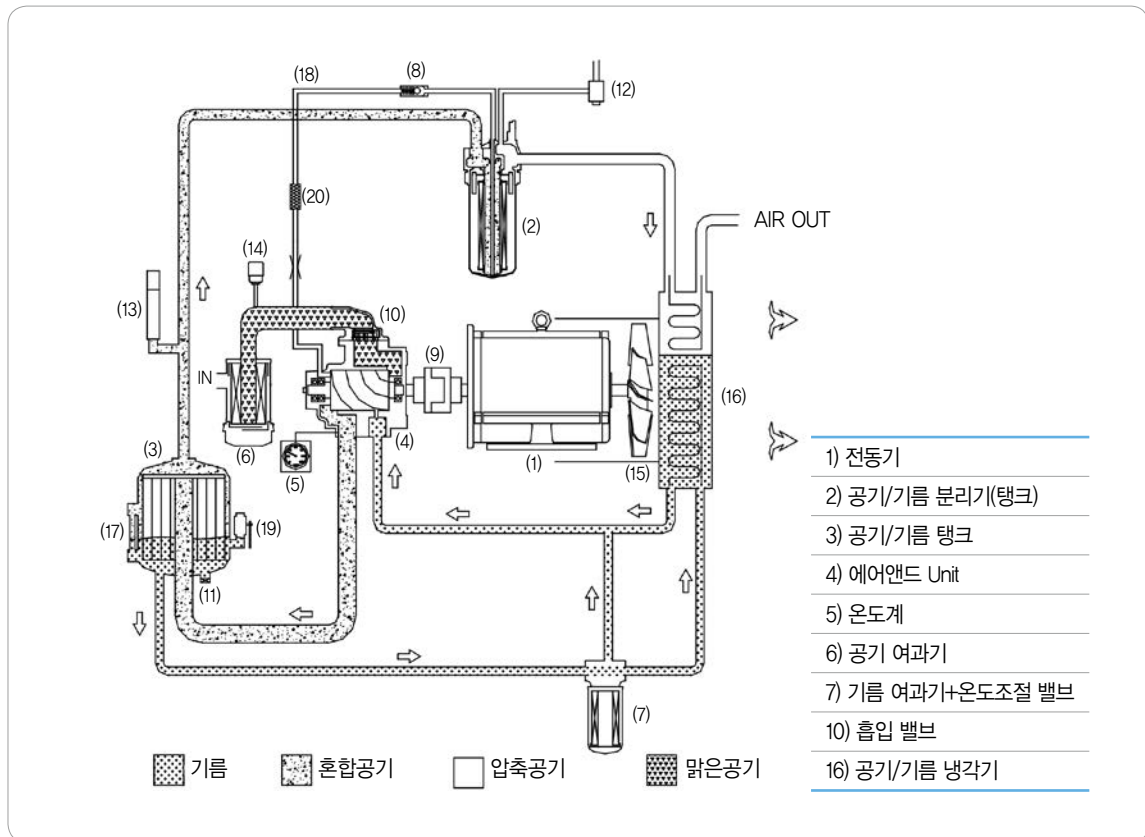
(2) SCREW형 공기압축기

공기압축기는 전동기에 의하여 구동되며, 에어엔드 Unit의 케이싱(casing) 안에서 스크루 압수 로터가 일정 간격으로 서로 맞물려 회전하기 때문에, 구동 시의 진동 및 토출 공기의 맥동을 최소화하면서 공기를 연속적으로 압축하는 구조로 되어 있으며 동작 과정은 다음과 같다.



[그림 4-18] SCREW형 공기압축기 로터

- 1) 맞물린 두 개의 압수 로터와 이를 둘러싸고 있는 케이싱이 스크루 공기압축기의 압축실을 형성하고 흡입 압력으로 기름을 분사하여 흡입된 공기와 혼합한다.
- 2) 로터가 회전함으로써 로터의 근접점이 회전으로 인하여 흡입구와의 연결을 차단하고 공기를 밀어낸다.
- 3) 회전하는 동안에 로터 사이의 공간이 줄어들어 압축이 이루어진다.
- 4) 압축된 공기/기름 혼합물은 분리 역할을 하는 기름 분리기에 유입되어 분리되며, 기름 분리

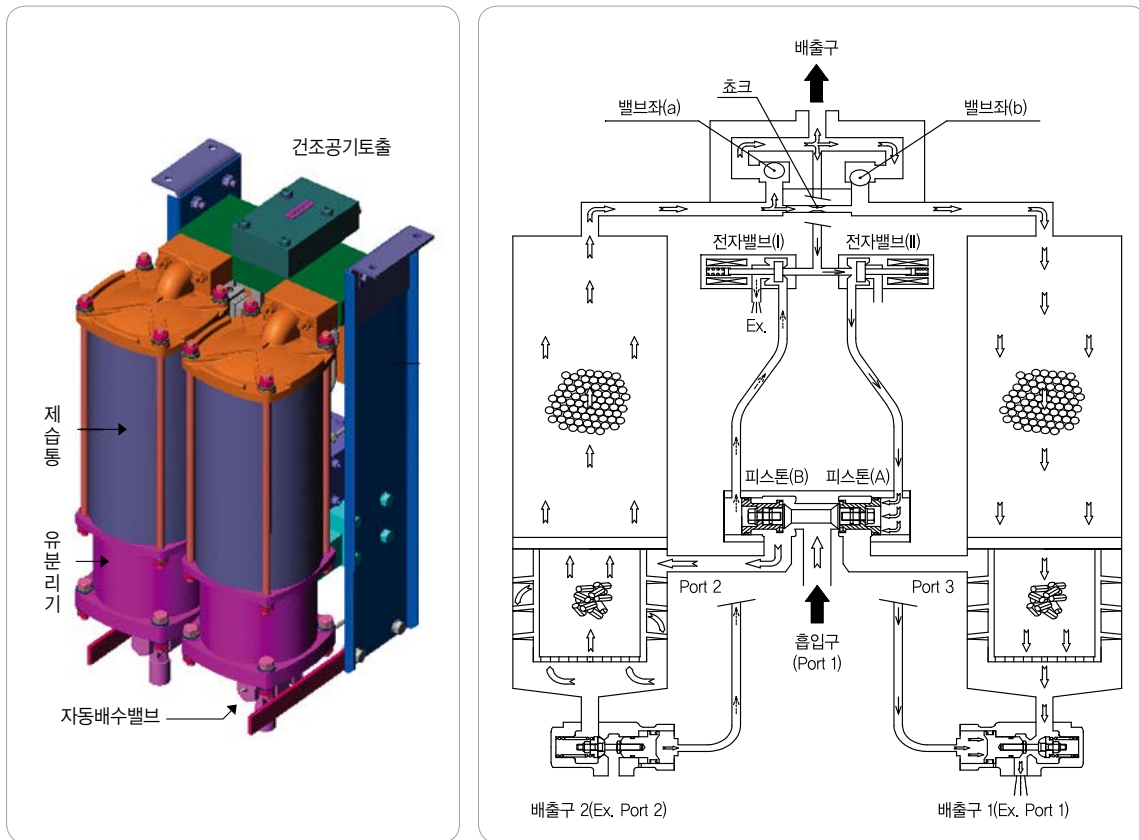


[그림 4-19] 공기압축기 내 공기/기름 흐름도

기 바닥에 고인 기름은 오일 회수 파이프 (Oil Return Pipe)(19)를 통하여 곧바로 에어엔드 Unit(4)에 회수된다. 압축된 공기는 제습기를 통과하여 주공기통(MR)으로 보내진다.

(3) 트윈 타워 공기건조기(Twin Tower Air Dryer)

주공기압축기에서 생성된 압축공기가 후부 냉각기(After Cooler)를 거치는 과정에서 발생한 응축수 및 유분은 공기제동장치 및 제어 공기를 사용하는 기기에 좋지 않은 영향을 준다. 그러므로 이러한 수분이나 유분을 유분 분리기 내장형 트윈 타워 건조기에서 타이머에 의하여 2분 간격으로 교호로 동작하면서 안정적이고 높은 성능으로 제거하여 공기제동장치 및 제어장치 기기에 항상 깨끗한 건조 공기를 공급하게 한다. 타이머의 사이클은 공기압축기의 작동 주기에 영향이 없도록 하기 위하여 압축기가 정지하면 동시에 타이머도 정지했다가 압축기가 재가동되면 타이머 역시 정지되었던 시간에 이어서 계속 사이클을 형성하면서 동작한다.



[그림 4-20] 트윈 타워 공기 건조기 작동도

(4) 자동배수 밸브(Automatic Drain Valve)

자동배수 밸브는 주공기압축기의 제어회로와 연동되며, 주공기압축기 정지와 동시에 자동배수 전자밸브에 의해 생성된 제어 압력이 자동배수 밸브에 유입되어 주공기통(Main Reservoir) 내부에 고인 수분 및 유분 등의 침전물들을 제거한다. 이를 통해 각종 공기 장치 및 제어기기 등을 오일 및 수분으로부터 보호하여 원활한 작용을 하도록 주공기통 및 트윈 제습기 하단의 유(油) 분리기 하부에 장착 하였다.

(5) CM-G(공기압축기 조정 스위치)

CM 조정 스위치인 CM-G는 CM 구동 제어회로에 설치되어 있다. 공기압축기가 구동하여 설정된 공기압력의 상한 값인 9.0Kg/cm^2 에 도달하면 CM 구동을 정지하고, 압축공기를 사용해 하한 값인 8.0Kg/cm^2 이하로 떨어지면 회로를 구성하여 CM이 구동하도록 한다.



[그림 4-21] CM-G와 안전밸브

(6) 안전밸브

CM 계속구동 등으로 주공기통 내의 공기압력이 과다 상승하게 되면 관련 기기의 손상 및 파손이 발생할 수 있으므로 안전밸브를 설치하여 보호한다. 안전밸브는 설정된 압력인 $9.7 \pm 0.1 \text{ Kg/cm}^2$ 를 초과했을 경우 자동적으로 압축공기를 대기로 방출시키며, 설정 압력 이하로 떨어지면 복귀 하도록 하여 준다.

4.4.2 CM 구동제어

4.4.2.1 CM 정상구동(인버터 구동)

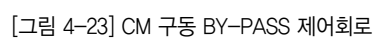
전기동차의 103선이 가압되고 CM 기동장치(CMSB)에 이상이 없으면 103선 → CMGN → 112a → IFR1(b) → BCMK(b) → CMK Coil 여자 하여 CMK가 투입 되면서 구동 준비를 하게 된다.

(1) CM-G ON 상태(MR 압력 8.0 Kg/cm^2 이하 시)

- 103선 → CMGN → 112a → CM-G(ON) → 112b → Oil TH(b) → IFR(b) → SIVSTR(b) → CMAR이 여자 된다.
- 103선 → CMGN → 112a → EOGR(b) → CMAR(a) → PCR이 여자 되어 CMSB에 기동신호가 주어지므로 SIV에서 AC440V가 공급되면 CM 인버터 장치에서 VVVF 제어로 SOFT 하게 구동운전을 시작한다.
- CM-G가 ON 되면 → 112b → CMCN → 112선을 통해 다른 CM의 구동 제어를 할 수 있도록 동기구동 회로가 구성된다.

CM 인버터 고장 계전기인 IFR1, IFR2가 여자 되어 있고 CM-G가 ON 되면 5초 후 CMKTR이 여자 하므로, BCMK가 투입되어 AC440V는 구동 충격을 방지하기 위해 구동 전류를 완화하도록 CML을 거쳐 저속으로 1단 구동을 시작한다.

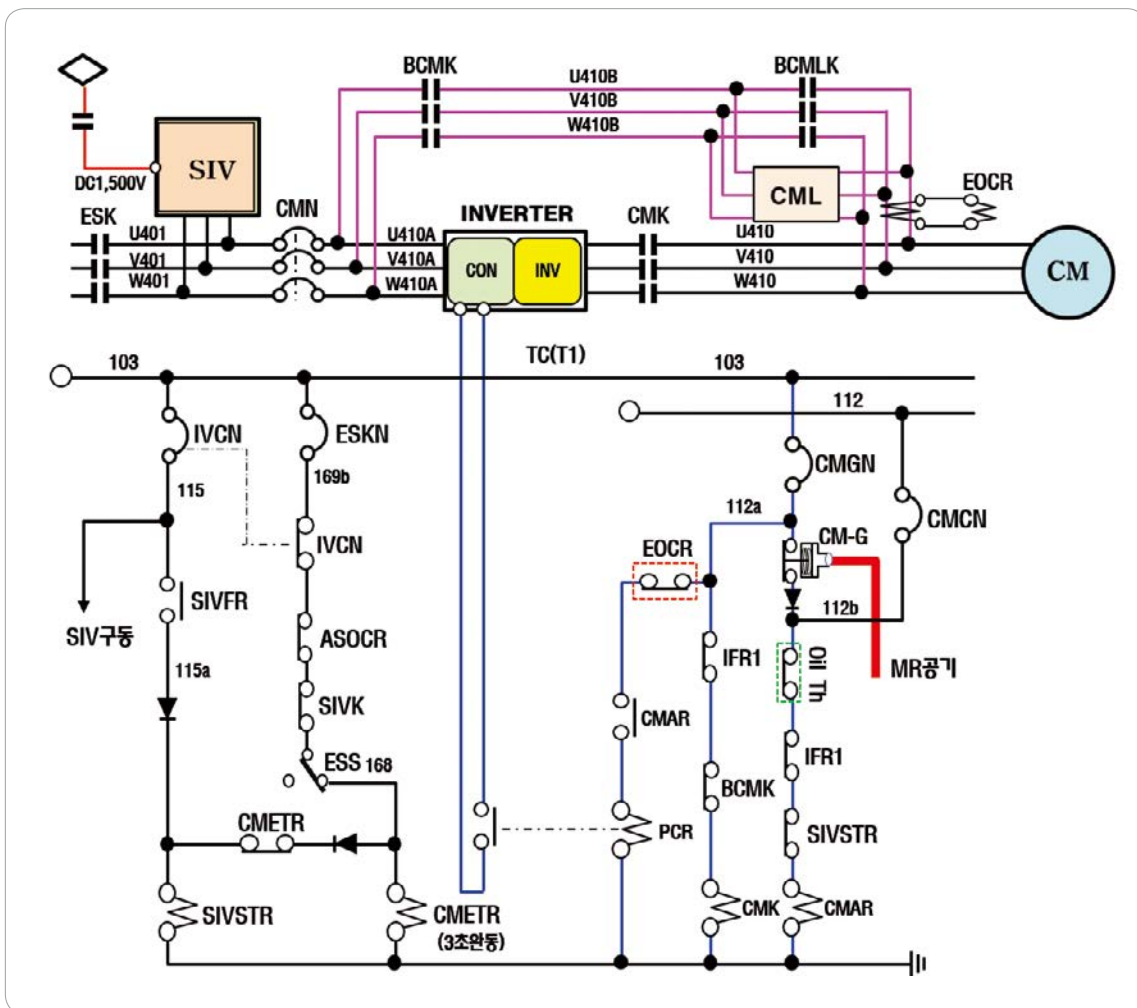
BCMK 투입되고 5초 후에 BCMKTR을 여자 하여 BCMLK를 투입하므로 CM 전동기 구동전원은 CML을 거치지 않고 공급되어 CM 전동기는 고속으로 회전하게 된다.



4.4.2.3 연장급전 시 CM 구동(인버터 구동)

운행 중 1개 이상 SIV 고장이 발생하거나 해당 Unit 완전부동 취급 등으로 SIV 전원공급이 차단되면 연장급전을 하게 된다. 이러한 경우 CM 자체 고장은 아니므로 연장급전에 의하여 AC440V가 공급이 되면 3초 후 CM은 인버터(VVVF 제어) 장치로 정상 구동하게 된다.

- (1) 운행 중 SIV에 고장이 발생하면 SIVFR이 여자 되므로 103선 → IVCN(ON) → SIVFR(a) → SIVSTR 여자로 CMAR 무여자 되어 CM 구동을 정지한다.
- (2) 연장급전 취급으로 IVCN이 차단하면,
103선 → ESKN(ON) → 169b → IVCN(b)이 차단되면서 연장급전 회로가 구성된다. 또한 168



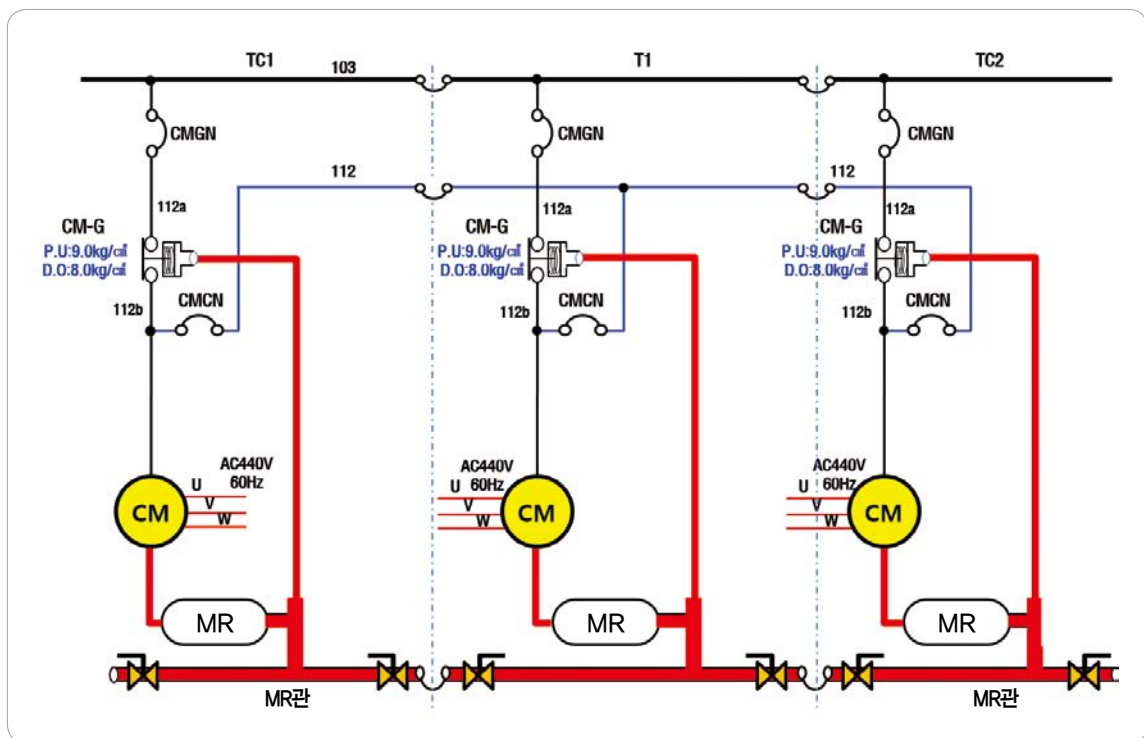
[그림 4-24] 연장급전 취급 시 CM 구동 회로

선 가압으로 3초 후 CMETR이 여자 하여 SIVSTR을 무여자 하므로 CMAR이 다시 여자 하면서 CM은 정상적으로 인버터 구동을 하게 된다.

4.4.3 CM 동기구동 회로

4.4.3.1 동기구동 회로 구성

전기동차를 10량 편성으로 운행 시 동력운전 Unit은 3개 Unit이며, 고압보조 장치의 Unit도 3개로 각각 동작한다. 하지만 주공기관인 MR관은 관통되어 있으므로 1대의 CM이 고장이 나도 특별한 조치 없이 2대로 차량 교환역까지 운행할 수 있다. 전기동차의 제동장치 등에는 고압의 압축공기가 필요하므로 단시간 내에 필요한 압축공기를 충기하기 위하여 3대의 CM을 동시에 구동하고 동시에 정지할 수 있도록 설치한 회로를 동기구동 회로라고 한다. 동기구동 회로는 CMCN을 통하여 112선으로 3대의 CM 구동 제어회로를 연결하였기 때문에 MR 압력 8.0Kg/cm² 이하로 CM-G가 ON 되면 CM 3대가 구동을 시작하고, MR 압력이 9.0Kg/cm² 이상이 되어 CM-G가 OFF 되면 동시에 정지한다.



[그림 4-25] CM 동기 구동 회로

이렇게 10량 편성의 3대의 CM은 동기구동 회로가 구성되어 있기 때문에 운행 중 발생하는 주공기관
의 파손이나 CM-G의 자체 불량 등이 발생하는 경우에 필요한 조치를 하였음에도 CM은 계속 구동하
는 현상이 발생하므로 CMCN OFF 등으로 동기구동 회로를 차단해야 하는 경우도 발생할 수 있다.

4.4.3.2 동기구동 회로 차단

운행 중 전동 공기압축기(CM)는 계속 구동하는 것이 아니고, 동기구동 회로를 통하여 동시에 구동
하여 MR 압력이 9.0Kg/cm^2 에 도달하면 CM-G OFF 접점으로 구동정지한다. 또 정거장에 도착하여
제동취급, 출입문취급 등으로 MR 압력이 8.0Kg/cm^2 이하로 떨어지면 CM-G ON 접점으로 다시 구
동을 시작하므로 정거장에 도착, 출발 시마다 구동과 정지를 반복하게 된다. CM-G의 반복되는 동작
으로 일부 고장이 발생하여 CM이 계속 구동되는 상황이 발생할 수 있고, 또한 압축공기를 공급하는
주공기관의 파손이나 공기여과기, 제동통 및 제동장치 기기 등에서 공기 누설이 발생하는 경우에도
CM은 계속 구동하게 되므로, 이러한 경우는 동기구동 회로를 차단하여 각자 구동하게 하거나 CM 구
동을 정지하는 조치를 취급해야 한다.

(1) CM-G 용착된 경우

1개 CM의 CM-G가 용착되는 경우 동기구동 회로를 통하여 3대의 CM이 계속 구동하게 되고 MR
압력이 9.7Kg/cm^2 이상 상승하게 되면 안전변이 동작하게 된다. 순차적으로 CMGN을 OFF 하여 전
체 CM이 정지하면 해당 차량의 CM-G가 용착된 것으로 판단하고 그 차의 CMGN을 OFF 한 상태로
운행하여도 그 차량의 CM은 동기구동 회로를 통하여 정상적으로 구동한다.

(2) MR관 파손된 경우

전 차량 관통관인 MR관(주공기관) 파손이나 차량 간 연결부에서 MR 공기가 누설되는 경우에는 비
상제동이 체결된다. 그러므로 공기누설 차량 양방향의 차 간 MR 콕을 차단하고 CM이 1개 있는 차량
의 CMCN을 OFF 하여 동기구동 회로를 차단하면, CMCN이 차단된 차량은 자기 차량의 CM-G의 동
작으로 CM이 개별적으로 구동하고, 정지 한다.

(3) CM 구동을 정지시켜야 하는 경우

운행 중 1개 CM이 자체고장으로 계속구동하는 경우가 발생하거나 CM이 설치된 차량의 MR 본관이
파손된 경우는 CM 구동을 정지시켜야 하므로 해당 차량의 CMGN과 CMCN을 함께 OFF 하면 그 차
의 CM 구동이 정지된다(MR관 파손 시는 차량 간 MR콕을 차단함).

4.4.4 CM 보호장치

CM의 보호장치는 입력 전원의 과부하 CM 인버터 장치의 고장이나 온도과온 등에서 안전하게 CM이 구동할 수 있도록 보호한다.

4.4.4.1 보호장치 기기

- (1) CMN(50A) : 정상구동 시, 바이패스(bypass) 구동 시의 순간 과전류는 차단되지 않고 입력 과전류가 지속되는 경우에만 차단되어 인버터 및 전동기를 보호한다.
- (2) CMGN, CMCN 차단 시
- (3) CM 인버터 출력 AC 800V 이상 시
- (4) Oil Th : 압축기 내 순환 Oil의 온도가 110℃ 이상 시
- (5) EOGR(CM 과전류계전기) : CM 인버터 고장으로 바이패스(bypass) 회로가 구성되었을 때, 출력 전류가 초기 설정된 전동기의 정격전류를 순간적으로 초과하거나, 계속 흐르면 전동기는 과열되어 소손하므로 EOGR이 동작되어 PCR, BCMK, BCMLK 회로를 차단하여 CM을 정지시킨다. 복귀 방법은 고장 조치한 다음, 103선을 재(再)기동하거나 CM 기동장치 내의 Reset 스위치를 취급하여 복귀한다.

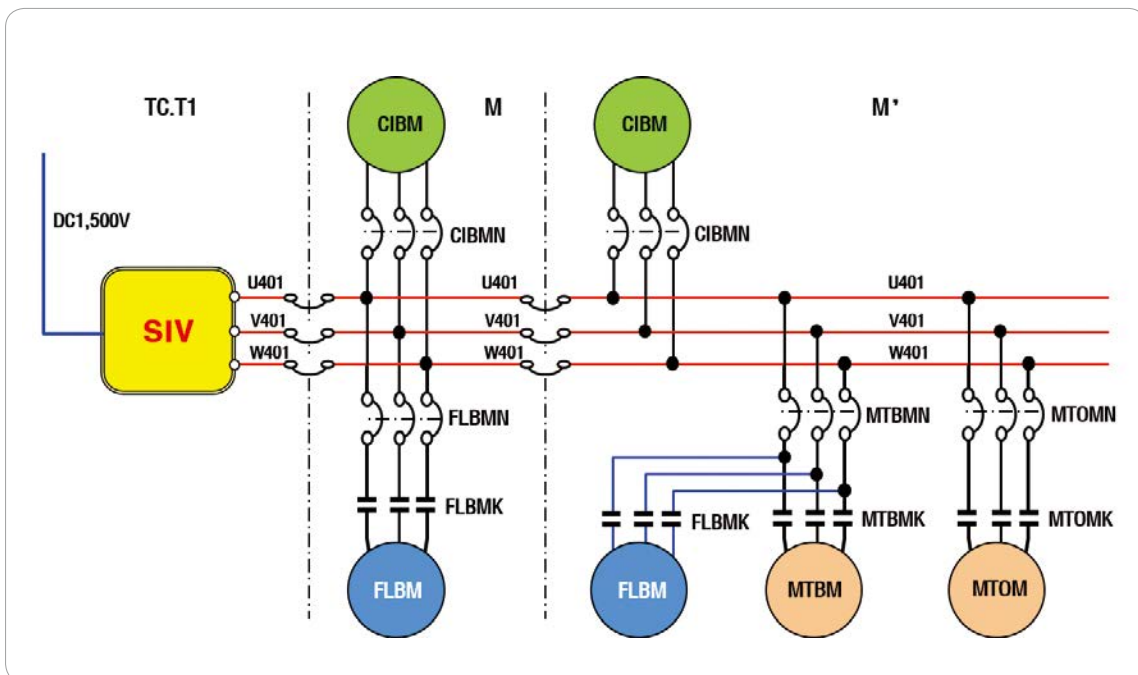
4.4.4.2 CM 구동 불능 시 고장조치

- (1) CM 1대 고장 시
 - TGIS 모니터로 BY-PASS 구동이 확인되면 정상운전 한다.
 - BY-PASS 회로 구성 불능 시 고장차량 차단기 차단 여부를 확인하고 차량 교환 역까지 주의 운전한다.
- (2) CM 2대 고장 시
 - 주공기압력(MR) 충전 상태를 수시로 확인하면서 운전관제와 협의하여 회송 운전하도록 조치한다.

4.5 송풍전동기(Blower Motor) 장치

4.5.1 송풍전동기(BM) 개요

교·직류 VVVF 전기동차의 중요한 기기들은 송풍전동기 장치를 이용한 강제 냉각 방식으로 적정 온도를 유지하고 있다. 특고압 장치의 주변압기(MT)는 중요한 기기이며, 강압 및 승압 작용 시 발생하는 온도 상승에 대해 MTOM과 MTBM을 구동하여 냉각 작용을 하게 한다. 주변환기 장치에 GTO Thyristor를 사용하는 전기동차는 CIBM으로 강제 냉각을 하고 있으며, 직류구간 전용 기기인 FL(Filter Reactor)도 FLBM을 설치하여 온도 상승으로 인한 기기 손상 등을 방지하고 있다. 각 기기의 송풍기는 SIV 공급 전원인 AC440V를 사용한다.



[그림 4-26] 송풍기 장치 전원 공급 구성도

4.5.2 송풍전동기 기기 구성

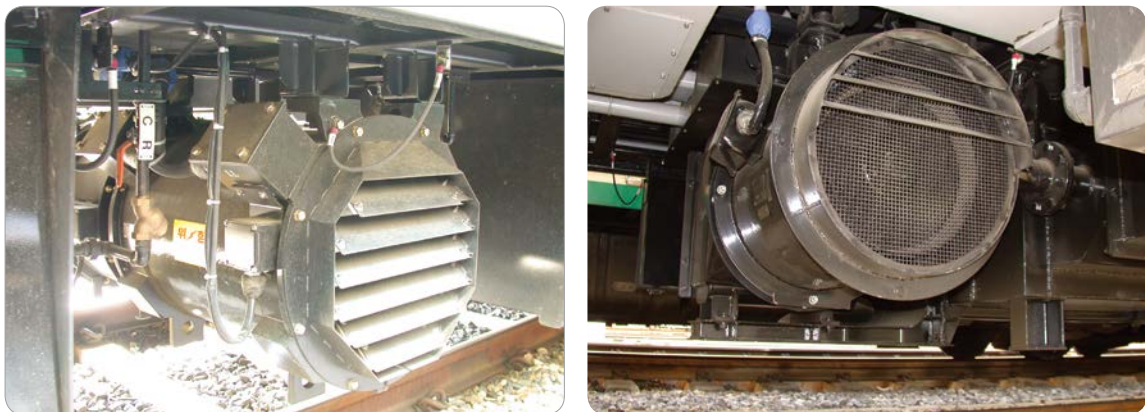
(1) 주변환기 송풍전동기(CIBM)

주변환기(C/I) 장치는 M차와 M'차에 설치되어 있고, 반도체 소자를 사용하여 Converter와

Inverter를 제어하면서 동력운전 및 회생제동을 사용하고 있다. 주 변환 장치(C/I)에는 컨버터 2모듈과 인버터 1모듈이 3열로 배치되어 있다. VVVF 제어장치를 사용하는 초기형 전동차의 주변환 장치 반도체 소자는 GTO Thyristor를 사용하였으며, SIV 공급 전원인 AC440V로 송풍전동기(CIBM)를 사용하여 강제 냉각을 하고, 신형 전동차의 주변환 장치(C/I) 반도체 소자는 IGBT를 사용하므로, Heat Sink를 이용한 자연 냉각 방식이므로 송풍전동기를 설치하지 않았다.

(2) 필터리액터 송풍전동기(FLBM)

필터리액터(FL)는 M 차량과 M' 차량에 각각 1대씩 설치되어 있고, 직류구간을 운행할 때 동작한다. DC1500V 직류회로에 리플 전압이나 고조파 성분을 제거하는 과정에서 발생하는 온도 상승에 대해 FLBM을 가동하여 냉각작용을 한다. 구동 전원은 SIV 전원인 AC440V를 사용하며 M 차량에 설치된 FLBM은 FLBMN을 거치고, M' 차량의 FLBM은 MTBMN을 통하여 공급받는다.



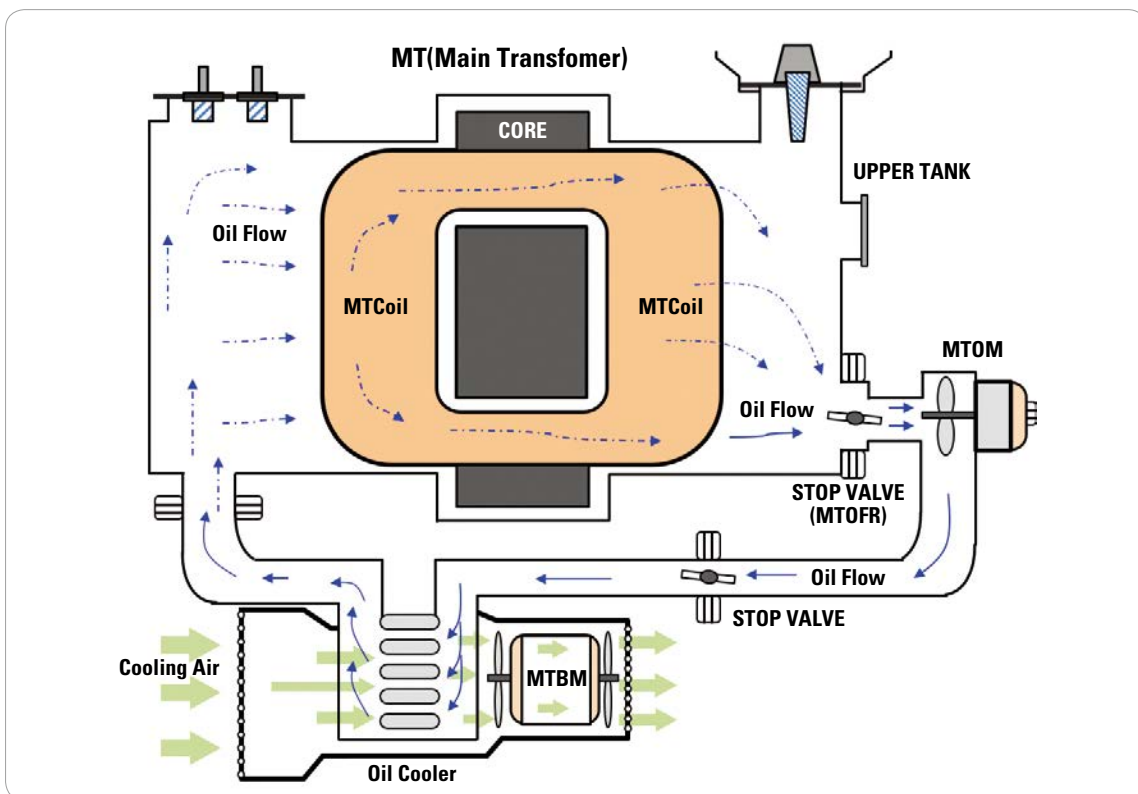
[그림 4-27] FLBM(좌측), MTBM(우측)

(3) 주변압기 송풍전동기(MTBM)

주변압기(MT)는 M'차량에 설치되어 있으며, 동력운전 시 특고압인 AC25000V를 AC840V×2로 변환하고, 제동 시 전차선으로 다시 변환시키는 과정에서 발생하는 온도 상승에 대해, MT 내부의 절연오일을 MTOM으로 순환시켜 냉각작용을 한다. MTBM은 더워진 MT 절연오일이 Oil Cooler를 통과할 때 송풍작용에 의한 강제 냉각으로 열을 방출하고 순환하게 한다. MTBM은 MT와 함께 차체 하부에 장착되고, MT 오일-쿨러와 에어덕트로 접속되어 있으며, 구동 전원은 SIV 전원인 AC440V를 사용한다.

(4) 주변압기 Oil Pump 전동기(MTOM)

주변압기(MT)는 내부에 밀봉된 냉각용 절연유(Oil)를 내장하고 있으며, 이 절연 Oil을 MTOM으로 강제 순환시키고 Oil Cooler에서 MTBM으로 강제 냉각시켜서 MT 1차 권선과 2차 권선으로 순환하게 한다. 다시 MTOM으로 돌아가며 적은 유량으로 효과적인 냉각작용을 할 수 있도록 소형화, 경량화 되어 있다.



[그림 4-28] MT 절연 Oil 순환 과정

4.5.3 송풍전동기 보호 동작

4.5.3.1 주변환기 송풍전동기(CIBM) 보호

(1) M 차량의 CIBMN 차단 시

- 103선 → CIN → 40선 → CIBM(b) → BMFR 여자
- 103선 → CIN → BMFR(a) → M차 TCU에 BMF 입력으로 C/1 정지하며 동력운전 및 회생제동 불능이 된다.

(2) M' 차량의 CIBMN 차단 시

- 103선 → CIN → 40선 → CIBMN(b) → BMFR 여자
- 103선 → CIN → BMFR(a) → M'차 TCU에 BMF 입력으로 C/1 정지하며 SIV가 정지되고 60초 후 MCB가 차단된다(직류구간 운행 시는 C/1만 정지한다).

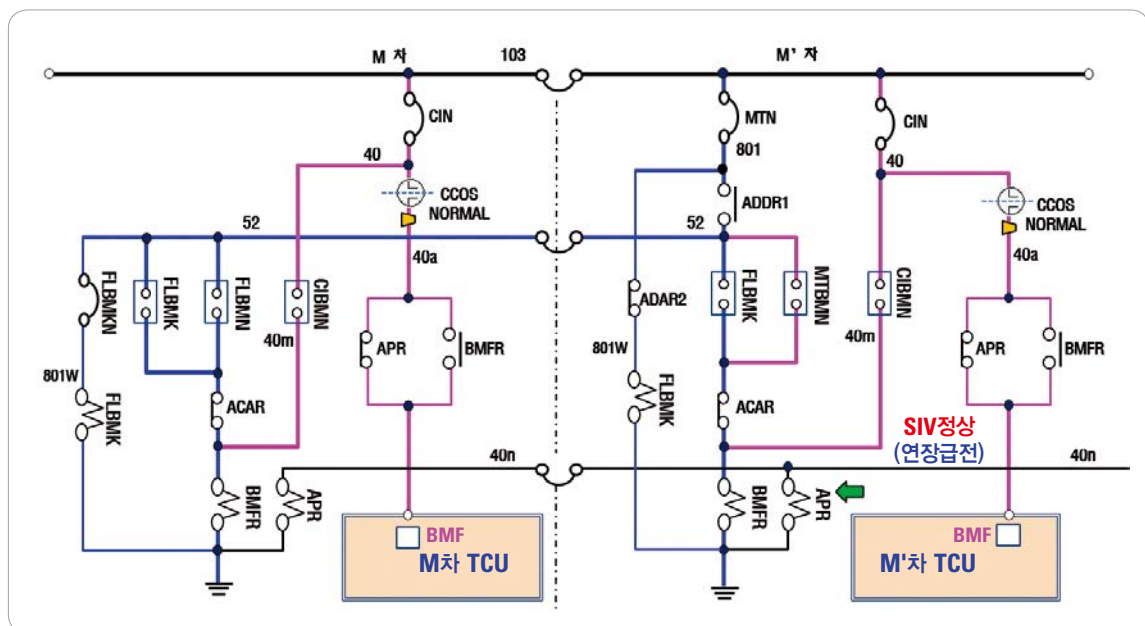
4.5.3.2 필터리액터 송풍전동기(FLBM) 보호

(1) M 차량의 FLBMN, FLBMK, FLBMKN 차단 시

- 103선(M'차량) → MTN → 801선 → ADDR1(a) → 52선 → M 차량 52선으로 FLBMN(b) 또는 FLBMK(b) → ACAR(b) → BMFR 여자 하면,
- 103선 → CIN → BMFR(a) → M차 TCU에 BMF 입력으로 C/1 정지하고 M차 동력운전 및 회생 제동 불능이 된다.

(2) M' 차량의 MTBMN, FLBMK 차단 시

- M'차량의 FLBM의 AC 440V 전원 공급은 MTBMN으로 거쳐 공급되므로
- 103선(M'차량) → MTN → 801선 → ADDR1(a) → 52선 → MTBMN(b) 또는 FLBMK(b) → ACAR(b) → BMFR 여자 된다.



[그림 4-29] 송풍전동기 보호장치

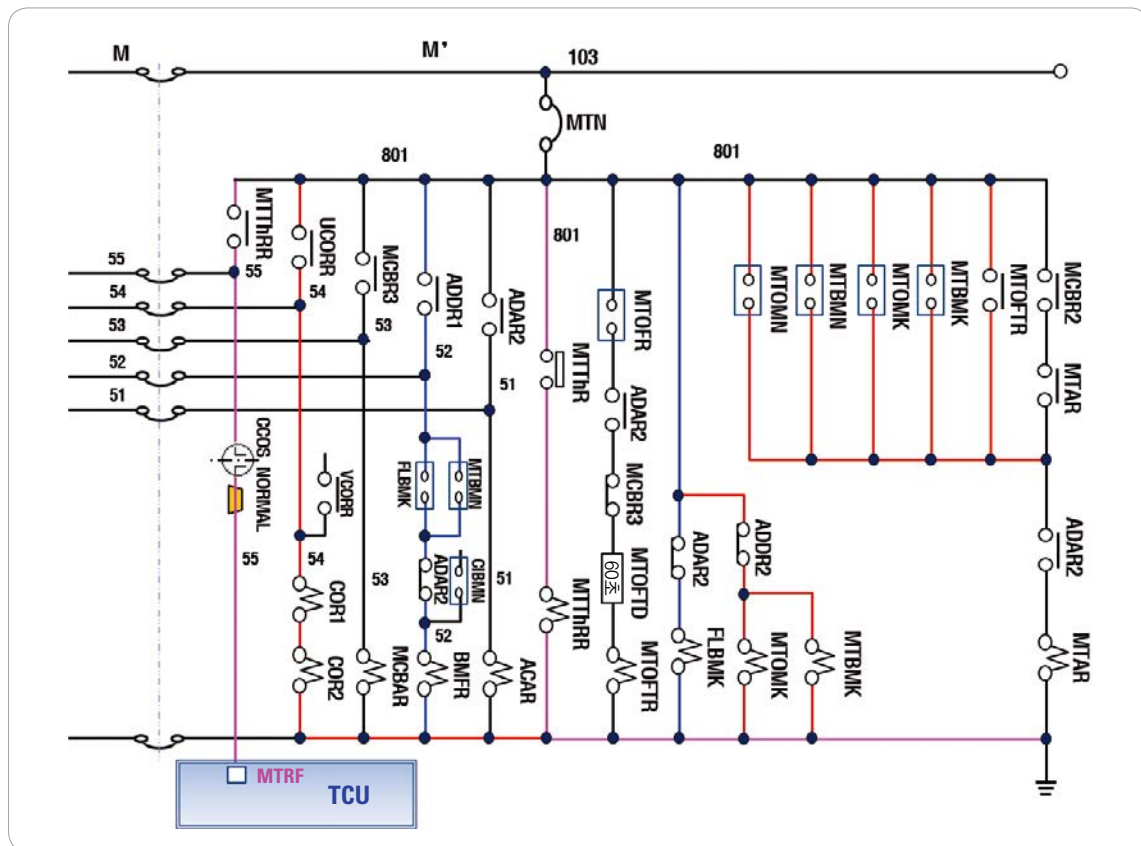
- 103선 → CIN → BMFR(a) → M'차 TCU에 BMF 입력으로 C/1 정지하고 M'차 동력운전 및 회생제동 불능이 된다.

4.5.3.3 고압보조 장치 확인계전기(APR) 무여자 시

VVVF 제어전동차의 송풍전동기는 SIV의 AC440V 전원을 사용하므로, SIV가 정상구동 상태인가를 확인하는 계전기인 APR이 M 차량과 M' 차량에서 항상 여자 되어 있어야 한다. 무여자 되면 각 차량 TCU에 BMF 입력으로 C/1 정지하고 동력운전 및 회생제동이 동작하지 않게 된다. SIV 구동불능이나 자체 고장 시에는 무여자 되지만, AC440V 연장급전 시에는 다시 여자 하게 된다.

4.5.3.4 주변압기(MT) 냉각장치 고장시 보호

주변압기(MT) 냉각장치는 (그림 4-28)과 같이 주변압기 내의 절연 Oil을 MTOM으로 순환하고 MTBM으로 냉각하는 과정인데, MTOMN이나 MTBMN이 차단되거나 MTOMK, MTBMK가 무여



[그림 4-30] MTAR 여자회로

자 되면 냉각용 전동기 구동 불능이 된다. 또한 SIV가 구동 정지되면 AC440V가 차단되어 MTOM이나 MTBM이 구동 정지되어 MT Oil 흐름 불량이 발생하므로 주변압기의 냉각작용 불능이 발생한다. 이러한 경우, 주변압기를 보호하기 위하여 MCB를 차단하도록 회로를 구성하였다.

(1) MTAR 여자로 MCB가 차단되는 경우

- 1) MTOMN, MTBMN 차단 시
- 2) MTOMK, MTBMK 차단 시
- 3) MT Oil 흐름 불량으로 MTOFR(b) 차단 60초 후 MTOFTR 여자 시

(2) MTAR 여자로 MCBR1 무여자 되어 MCB 차단되고 MTAR은 자기 유지된다.

(3) 복귀 취급은 MCBOS → RS → 3초 후 MCBCS를 취급하고 복귀되지 않으면 해당 차량의 배전반 내 MTOMN이나 MTBMN의 차단 상태를 확인하여야 한다. 만일 MTOMN 또는 MTBMN 차단으로 복귀한 후에는 재차 MCBOS → RS → 3초 후 MCBCS를 취급하여야 한다.

4.6 냉·난방장치

4.6.1 냉·난방장치 개요

전기동차의 냉·난방장치는 하절기 및 동절기의 승객 서비스 제공에 중요한 역할을 담당하는 장치이다. 특히 도시교통의 혼잡 및 출퇴근 시간대의 승객량 과다로 연중 냉방장치의 가동이 필요하기도 하며, 동절기의 적절한 난방기 사용으로 최적의 서비스 향상이 필요하게 되었다. 초기 전동차인 저항제어 전기동차는 하절기에 객실 1량당 7개씩의 선풍기를 사용하였는데, 현재는 대용량 Unit Cooler의 냉방기를 자동 및 수동 System으로 제어할 수 있도록 발전 하였다.



냉·난방장치 사용 전원

| | |
|---------|-----------------|
| AC 440V | 냉난방 기기 구동 전원 |
| DC 100V | 냉난방 기기 제어 전원 |
| AC 100V | 냉방기제어 및 동결방지 히터 |

[그림 4-31] 냉난방 절환 스위치 및 사용 전원

냉·난방장치는 SIV 공급 전원인 AC440V를 사용하며 운전실에서 냉난방 절환 스위치(CHCgS)로 각각 3단계 취급이 가능하다. 난방장치는 외부 온도에 따라 350W, 700W, 1050W를 선택할 수 있고, 냉방장치도 송풍 위치(FAN), 반(半)냉방 위치(HALF), 전(全)냉방 위치(FULL)를 선택할 수 있도록 하였다. 수도권 광역 전기동차는 기관사와 차장이 승무하므로 차장이 취급할 수 있도록 하고 1인 운전인 경우는 자동제어하거나 기관사가 있는 쪽에서 수동 제어할 수 있도록 하였다.

4.6.2 객실 난방장치

4.6.2.1 난방장치 기기

전기동차의 전기 난방장치는 운전실의 CHCgS를 난방 위치로 취급 시 가동할 수 있으며, 객실 내 벽에 설치된 자동 온도조절기 등으로 자동제어도 가능하다. 객실에는 350W, 700W 히터를 설치하고 운전실에는 750W 히터 2개가 설치되어 있다.

CHCgS를 350W 위치로 취급 시 350W 히터만 가동하게 되고, 700W 위치로 취급하면 700W 히터만 동작한다. 1050W 위치로 취급하면 350W 히터와 700W 히터가 동시에 작용하게 된다.

[표 4-5] 난방장치의 구성

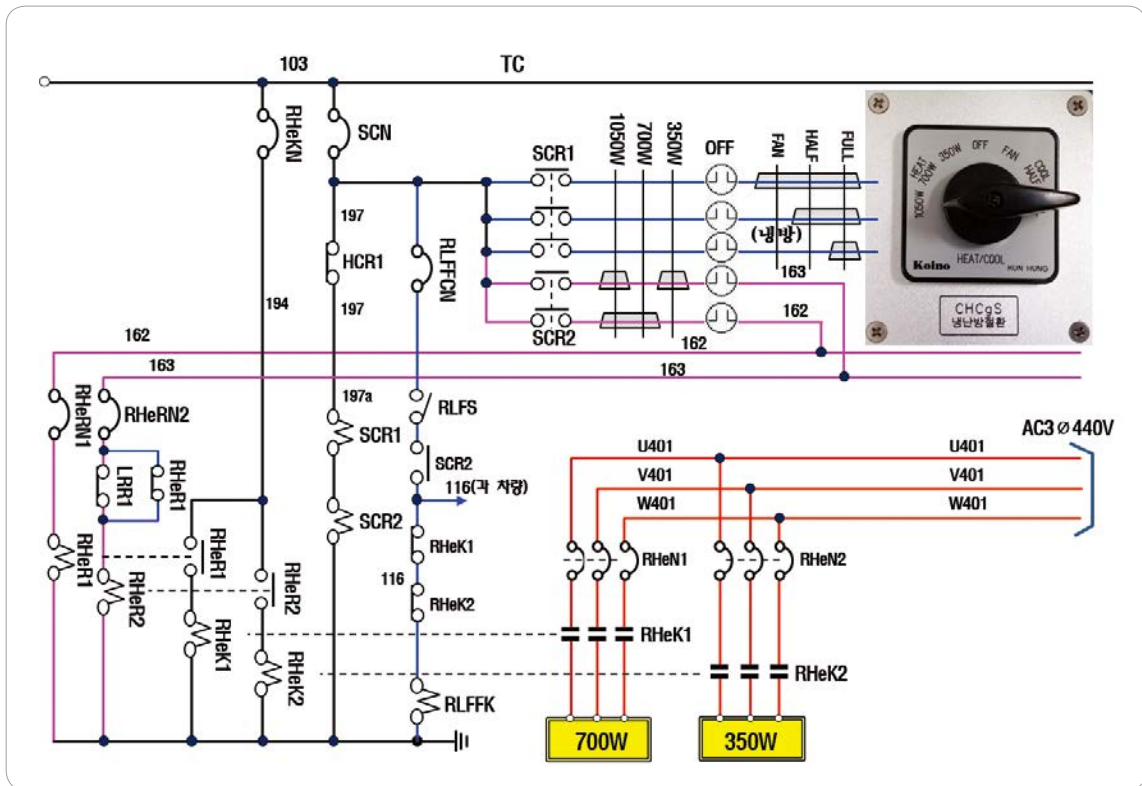
| 기기 명 | 위치 | 용량 | 객실 1량 수량(개) | | 사용 전원 |
|------------------|-----|------|-------------|---------------|--------------|
| | | | TC차 | M, M', T, T1차 | |
| 난방장치 (Heater) | 객 실 | 350W | 14 | 16 | AC 440V 60Hz |
| | | 700W | 14 | 16 | |
| | 운전실 | 750W | 2 | | |

4.6.2.2 객실 난방장치 제어

객실 난방장치의 취급은 운행 중에는 후부 운전실에서만 취급이 가능하며, 운전실 교환 중이나 차량기지 등에서 전기동차가 기동되어 있으면 제동핸들은 취거되어 있더라도 전·후부 운전실에서 취급이 가능하다.

(1) 객실 난방 350W 취급 제어

- TC차 103선 → SCN → HCR1(b) → SCR1, SCR2 여자 한다.
- TC차 103선 → SCN → SCR2(a) → 163선 가압으로 전 차량 인통되고,



[그림 4-32] 객실 난방기 제어회로

- 각 차량 163선 → RHeRN2 → RHeR2 여자 되고 → RHeK2 접촉기가 투입되어 350W가 난방기가 가동된다. 난방 계전기인 RHeR2 여자 조건에 LRR1(b) 연동과 RHeR1(b) 연동이 병렬로 구성되어 있으므로 연장급전 시 1050W 난방을 취급하면 350W는 가동되지 않는다.

(2) 객실 난방 700W 취급 제어

- TC차 103선 → SCN → SCR2(a) → 162선 가압으로 전 차량 인통되고,
- 각 차량 162선 → RHeRN1 → RHeR1 여자 되고 → RHeK1 접촉기가 투입되어 700W 히터가 가동된다.

(3) 객실 난방 1,050W 취급 제어

- TC차 103선 → SCN → SCR2(a) → 163선과 162선 가압으로 전 차량 인통되고,
- 각 차량 163선 → RHeRN2 → RHeR2 여자 되고 → RHeK2 접촉기가 투입되어 350W가 가동되고, 162선 → RHeRN1 → RHeR1 여자 되고 → RHeK1 접촉기가 투입되어 700W 히터가 가

동되므로 1,050W가 동작하게 된다.

※ 운전실 난방기 취급

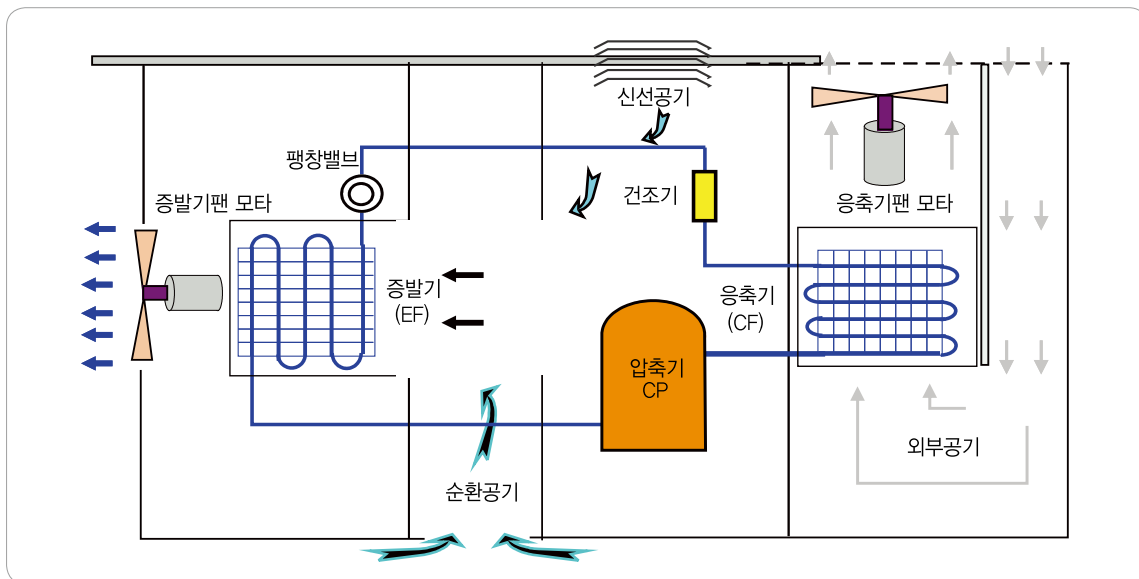
운전실에는 750W용 난방기가 2대 설치되어 있으며, 운전실 난방기 취급 스위치인 CabHeN1과 CabHeN2를 외부온도에 따라 취급하며 SIV전원인 AC440V를 사용한다.

4.6.3 객실 냉방장치

4.6.3.1 냉방장치 개요

전기동차의 냉방장치는 운전실의 CHCgS를 냉방위치로 수동취급 시 가동할 수 있으며, 객실 내벽에 설치된 실내 자동 온도조절기 등으로 자동제어도 가능하다. 전기동차 각 차량의 지붕에는 대용량의 냉방기(Unit Cooler) 2대가 설치되어 있으며, 1대의 냉방기에는 증발기 Fan과 압축기(CP) 2대, 응축기(CF) 2대가 내장되어 있다.

CHCgS를 냉방 Fan 위치로 하면 증발기(EF) Fan만 가동하고, 반 냉방(HALF) 위치로 하면 압축기 1대와 응축기 1대가 가동하며, 전 냉방(FULL) 위치로 하면 압축기 2대와 응축기 2대가 모두 가동된다. 냉방기의 주요 기능은 냉방기능, 제습기능, 환기기능, 공기 청정 기능을 갖추고 있으며, 보호장치가 설치되어 있다. 냉매제는 냉매 Gas(R22)를 사용한다.



[그림 4-33] 냉매(R22)의 순환 과정

[표 4-6] 냉방장치의 제원

| 기기 명칭 | 위치 | 냉방기 용량 | 객실 1량 용량 | | 사용 전원 |
|-------------------------------|-------------|-----------------------|----------|--------------|-----------------|
| 냉방장치 (Cooler) | 전동차 지붕 위 | 20,000kcal/h (1대당) | 2대 | 40,000kcal/h | AC 440V 60Hz |
| ※ 운전실 냉방은 TC차 전부 냉방기를 연장하여 사용 | | | | | |

4.6.3.2 냉매 순환 과정

액체가 기체로 증발할 때 주위의 열을 흡수하는 원리를 이용하며, 냉매제(R22)를 순환시켜 냉방용으로 사용한다. 냉매제는 압축기(CP:Compressor)에서 고압으로 압축하면 고온 상태가 되므로, 응축기(CF:Condenser Fan)로 들어가 냉각되면서 고압의 액체 상태로 응축된다. 냉매 중에 포함된 수분은 건조기에 의해 제거되고, 팽창밸브를 지나면서 발생하는 단열팽창으로 냉매제는 액체 상태에서 기체 상태로 변하면서 압력이 떨어지고 온도도 내려가게 된다. 저온, 저압상태의 Gas화된 냉매제는 증발기(EF:Evaporator)로 들어가 열을 흡수하면서 공기를 냉각시키며, 객실 내의 순환 공기는 증발기를 통과하면서 냉방작용이 되는 과정을 반복하게 된다.

4.6.3.3 객실 냉방장치 제어

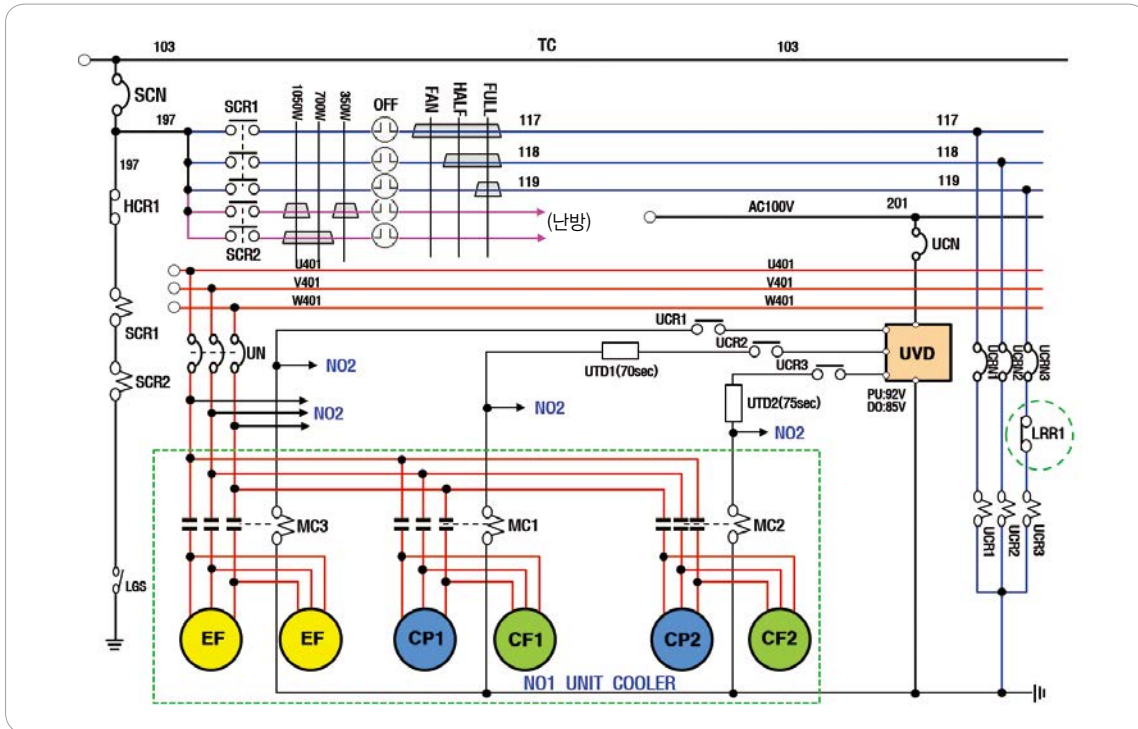
객실 냉방장치도 난방 취급과 동일하며 운행 중에는 후부 운전실에서만 취급이 가능하다. 운전실 교환 중이나 차량기지 등에서 제동핸들이 취거되어 있는 상태에서도 전기동차가 기동되어 있으면 전·후부 운전실에서 취급이 가능하도록 되어 있다.

(1) 객실 냉방 FAN 취급 제어

- TC차 103선 → SCN → HCR1(b) → SCR1, SCR2 여자 한다.
- TC차 103선 → SCN → SCR1(a) → 117선 가압으로 전 차량 인통되고,
- 각 차량 117선 → UCRN1 → UCR1이 여자 된다.
- 201선(AC100V) → UVD → UCR1(a) → NO1, NO2 냉방기 MC3 여자 한다.
- AC440V → UN → MC3(ON) → EF(증발기 팬)가 구동한다. EF 구동 시 냉방은 가동되지 않으며 송풍 작용을 한다.

(2) 객실 냉방 HALF 취급 제어

- TC차 103선 → SCN → SCR1(a) → 117, 118선 가압으로 전 차량 인통되고 117선으로 EF가 구동하고,



[그림 4-34] 객실 냉방 제어회로

- 각 차량 118선 → UCRN2 → UCR2가 여자 된다.
- 201선(AC100V) → UVD → UCR2(a) → NO1, NO2 냉방기 MC1 여자 한다.
- AC440V → UN → MC1(ON) → CP1(1번 압축기), CF1(1번 응축기)가 구동하므로 냉매제의 순환으로 HALF 냉방을 한다.

(3) 객실 냉방 FULL 취급 제어

- TC차 103선 → SCN → SCR1(a) → 117, 118, 119선 가압으로 전 차량 인통되고, 117선으로 EF가 구동하고 118선으로 HALF 냉방이 가동된다.
- 각 차량 119선 → UCRN3 → LRR1(b) → UCR3가 여자 된다.
- 201선(AC100V) → UVD → UCR3(a) → NO1, NO2 냉방기 MC2 여자 한다.
- AC440V → UN → MC2(ON) → CP2(2번 압축기), CF2(2번 응축기)가 구동하므로 냉매제의 완전한 순환 과정으로 FULL 냉방을 한다. 객실 냉방 FULL 취급 시 SIV 고장 등으로 연장급전을 하게 되면 LRR1이 여자 되어 UCR3이 무여자 하므로 CP2(2번 압축기), CF2(2번 응축기)가 구동 정지하여 HALF 냉방 작용이 된다.

☑ 핵심정리



1. 고압보조 장치 개요

- (1) 고압보조 장치 기기의 종류
 - 보조전원장치(SIV), (), 연장급전 장치, (), 냉·난방장치
- (2) 고압보조 Unit의 구성
 - SIV 공급전원 차량으로 10량인 경우 3량 - 3량 - 4량으로 구성

2. 보조전원 장치(SIV)

- (1) SIV 정격 용량과 과부하 내량
 - 정격 용량 : (), 과부하 내량 : 200% 1분간
- (2) SIV 주회로 방식과 제어 방식은
 - 주회로 방식 : 12상 IGBT 인버터
 - SIV 제어방식 : () 방식
- (3) SIV 외부전원 공급장치의 기호 명칭
 - ()
- (4) 전류평형용 ()의 설치 목적
 - 교-교절연 구간 통과 시 SIV가 정지되지 않고 통과할 수 있도록 정상인 Unit에서 순간 전원 공급으로 평형을 맞춤
- (5) SIV 주회로에 ()의 동작 형태와 역할
 - SIV 정지 시는 투입되어 있고, SIV 기동 시는 동작(차단)하는 접촉기
- (6) SIV 경(輕)고장과 중(重)고장
 - SIV 경고장 : 3초 후 자동 Reset으로 기동되며 ()간 감시
 - SIV 중고장 : 감시 시간 내 재고장 발생 시, 초기 고장이 중고장인 경우
 - ※ 중고장 시 SIVFR ()로 Fault등, 차측등, 연장급전 회로 구성 등이 된다.

3. 연장급전

- (1) ESPS 취급으로 연장급전할 수 있는 경우
 - SIV 중고장 발생으로 SIVFR () 된 경우(SIV 자체고장 시)
- (2) 중간 Unit SIV 고장으로 연장급전 시 ESS를 “()” 위치로 선택 시 현상
 - 후부 TC차 SIV 전원을 공급 받으며 부하 용량은 7량이 된다.
- (3) 연장급전을 해야 하는 경우
 - SIV 고장 시, 완전부동 취급 시, M'차 주변환기 고장 시
- (4) 연장급전 취급 후 현상
 - 전 차량 객실등 반감(객실 AC등 중에서 소등)
 - 난방 () 취급 시 350W 가동 불능(350W, 700W 취급 시는 가동됨)
 - 냉방 FULL 취급 시 HALF 냉방만 가동

핵심정리



4. 전동 공기압축기(CM)요

- (1) 전동 공기압축기의 구동 전원
 - SIV 전원인 AC() 60Hz
- (2) CM 전동기 회전수와 토출 압력
 - 회전수 : 1750rpm, 토출 압력 : ()kgf/cm²
- (3) 트윈타워 공기건조기의 구동 간격 시한
 - () 간격으로 교호 동작
- (4) CM BY-PASS 구동
 - CM 인버터 장치 고장 시 ()에서 5초 후 자동으로 BY-PASS 회로 구성
- (5) CM 동기구동 회로 N.F.B
 - CMCN
- (6) 주공기 압력이 9.7kg/cm² 이상 상승 시 조치 방법
 - 순차적으로 CMGN을 OFF하여 CM이 멈추면 CMGN OFF 한 상태로 운전

5. 송풍전동기(BM)

- (1) 송풍전동기의 종류
 - 주변압기 송풍전동기(MTBM)
 - 필터리액터 송풍전동기(FLBM)
 - 주변환기 송풍전동기(CIBM)
 - ()
- (2) M' 차량의 FLBM 공급 전원 N.F.B
 - MTBMN(주변압기 송풍전동기 NFB)
 - ※ 직류구간 운행 시 MTBMN 차단되면 M'차 () 구동 불능이다.
- (3) 주변압기(MT) 냉각장치 보호 동작 조건
 - MTOMN 차단 시, MTOMK 차단 시
 - MTBMN 차단 시, MTBMK 차단 시
 - MTOFTR () 시
 - ※ 상기 각각의 조건에서 MTAR 여자로 MCB를 차단하여 MT를 보호한다.