

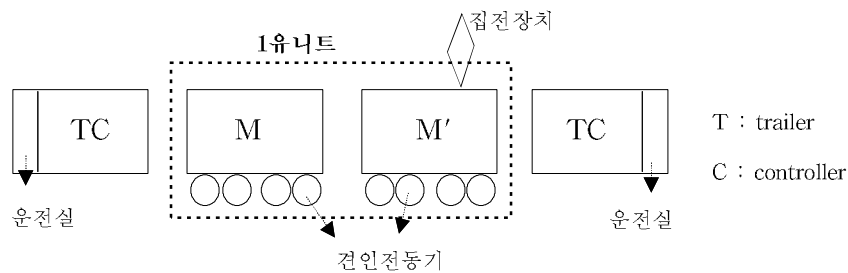
I. 전기동차 일반

1. 교직류 전기동차의 차종 및 편성

가. 전기동차의 차종

전기동차는 객실공간의 이용 및 축당 중량 등을 고려한 「동력분산방식」을 채택함에 따라 각 차량을 기능별, 용도별로 구분하여 다음과 같이 분류하고 있다.

차량 종류	호칭약호	구 조 및 기 능
제어차	TC	동력장치는 없고 운전실을 구비하여 전동차를 제어 하는 차량
구동차	M	동력장치를 가진 차량
	M'	동력장치와 집전장치를 가진 차량
부수차	T	부수 차량
	T1	부수차량이나 보조전원장치(SIV)를 가진차량 (인버터 제어차)



나. 전동열차의 편성 : 전동차가 열차로서의 기능을 갖는 최소편성 단위는 4량으로 그형태는 TC+M+M'+TC이나 편성량수를 증가 운행함에 따라 6량편성, 8량편성, 10량 편성으로 “M+M'” 2량을 1유닛 단위로 편성하며 4량 편성열차는 1유닛, 6량 편성 열차는 2유닛, 8량과 10량 열차는 3유닛으로 되어있고 M차와M'차는 각각4개씩의 견인전동기가 있다.

구분 편성량수	저 항 제 어 차	인 버 터 제 어 차
4량	TC-M-M'-TC	TC-M-M'-TC
6량	TC-M-M'-M-M'-TC	TC-M-M'-T-M'-TC
8량	TC-M-M'-M-M'-M-M'-TC	TC-M-M'-T-T-M-M'-TC
10량	TC-M-M'-T-M-M'-T-M-M'-TC	TC-M-M'-T-M-'M-T'-T-M-M'-TC

다. 차량별 기기배치

- 주요기기의 배치

구분 차종	주 요 배 치 기 기	
	저 항 제 어 차	인 버 터 제 어 차
TC차	주간 제어기, 제동변, 각종스위치 등 운전취급에 관련된 기기 및 ATS와 열차무선전화기등의 운전 보안장치	보조전원장치,축전지,공기압축기와 운전취급에 관련된 주제어기, 제동제어기,모니터등 및 ATC/ATS와 열차무선전화기등이 배치되어 있다
M차	주제어기, 주저항기, 약제자리액터 등의 속도제어용 기기와 축전지, 공기압축기등이 설치됨	주변환장치(C/I)와 4개의 교류유도전동기 및 휠타 리액타가 있다.
M'차	집전장치와 주변압기, 주정류기 등과 보조전원장치(SIV)가 탑재됨	집전장치, 주변압기 및 주변환장치(C/I)와 4개의 교류유도전동기 및 휠타리액터등이배치됨
T'차	없음	보조전원장치(SIV)와 공기압축기 등

2. 사양 및 성능

수도권 1호선을 운행하는 전기동차(이하 저항제어차라 한다)와 과천/분당선을 운행하는 전기동차(이하VVVF제어차)의 주요성능 및 제원은 다음과 같다.

「주」 VVVF(Variable Voltage Variable Frequency)제어라 함은 입력전압과 주파수를 변화시켜 교류유도 전동기의 회전수를 제어하는 것을 뜻한다.

항 목	사 양 및 성 능										
	저항 제어차					VVVF 제어차					
1.전기사양											
가.정격전압	교류: 25KV,60Hz 직류: 1, 500V					교류: 25KV, 60Hz 직류: 1,500V					
나.전압변동	교류: 20.0KV~27.5KV 직류: 900V~1,800V					교류: 20.0KV~27.5KV 직류: 900V~1,800V					
다.전차선	교류: 심플카테라나식 직류: 강체가선					교류:심플카테나리식 직류:강체가선					
라.사구간	교-교 : 22m 교-직 : 66m					교-교 : 22m 교-직 : 66m					
2.차량중량											
가.자중(TON)		TC	M	M'	T		TC	M	M'	T	T1
		34.2	43.0	47.6	33.0		33	40	42	27.5	32
나.하중(TON)	20Ton/R					20Ton/R					
3.차량성능											
가.최고속도	110Km/H					110Km/H					
나.가속도	2.5Km/H/SEC					3.0Km/H/SEC					
다.감속도	상용제동 : 3.0Km/H/SEC 비상제동 : 4.0Km/H/SEC ※ 하중 20TON까지 일정					상용제동 : 3.0Km/H/SEC 비상제동 : 4.0Km/H/SEC ※ 하중 20TON까지 일정					
4.차체											
가.연결면간거리	20,000mm					20,000mm					
다. 인버터출력						1,100V, 970KVA					
라. 냉각방식						강제풍냉식					
마. 송풍전동기						4.5KW, 440V, 60Hz					

항 목	사 양 및 기 능	
	저항 제어차	VVVF 제어차
9. 팬터그래프 가. 방식 나. 압상력 다. 조작공기압력	마름모형 하부를 교차식 6kgf 5kg/cm ²	마름모형 하부를 교차식 6kgf 5kg/cm ² ※ 압상력 증가장치 없음
10. 주차단기 가. 방식 나. 정격전압 다. 정격전류 라. 차단용량 마. 제어회로전압 바. 조작공기압력	진공차단기 교류27.5KV, 직류1,500V 교류100A(직류800A) 100MVA 직류 100V 5kg/cm ²	진공차단기 교류27.5KV, 직류1,500V 교류100A, DC1,200A(통전) 100MVA 직류 100V 5kg/cm ²
11. 주변압기 가. 방식 나. 정격 다.전동송풍기 라.전동오일펌프	외철형 실리콘 유입 송유풍냉식 1차 1350KVA,25KV,54A 2차1340KVA,1850V,24A 3차10KVA, 237V, 42.2A 2. 0KW, 220V 2. 2KW, 220V	외철형 실리콘 유입 송유풍냉식 1차 1790KVA,25KV,17.64A 2차 990KVA,2×840V,589A(M') 800KVA,2×840V,476A(M) 2. 2KW, 440V 2. 2KW, 440V
12. 주정류기 가. 결선 나. 연속정격 1) 출력 2) 전압 3) 전류 다. 소자 접속 라. 냉각방식	단상 브릿지 결선 1,000/1,080kw 1,500V 660A/724A 4S×1P×4A(16개) 풍냉	없 음
13.주평활리액터 가. 방식 나. 연속정격전류 다. 냉각방식	페로철심형 맥류리액터 724A 송유풍냉식	없 음
14. 주저항기 가. 저항체 나. 냉각방식	파형저항대 자연통풍	없음

항 목	사 양 및 성 능	
	저항 제어차	VVVF 제어차
15. 휠터리액터(FL) 가. 정격전류 나. 정격전압 다. 송풍기정격	없음	550A DC1500V AC440V,60Hz,0.4Kw
16. 보조전원장치 가. 형식 나. 냉각방식 다. 정격 라. 정격전압 마. 정격출력 바. 제어전원	12펄스 전압원형 인버터 자연냉각 110KVA(신형120KVA) DC1500V(900~1900V) AC440V,3상교류3선식,60Hz DC100V	12펄스 전압원형 인버터 자연냉각 190KVA DC1500V(900~2000V) AC440V,3상교류3선식,60Hz DC100V
17. 제동 가. 방식 나. 종류	SELD발전제동병용 (자동비상부) 상용제동,수제동,비상제동	HRDA회생제동병용 디지털 전 기지령, 전기연산식 상용,비상,주차,보안제동
18.전동공기압축기 가. 전동기 나. 압축기	DC1500V,2200RPM,30분 정격 왕복식,2250 ℓ /min,1700RPM	DC440V,60Hz,유도전동기 스크류식,1600 ℓ /min,1700RPM
19.보조공기압축기 가. 전동기 나. 압축기	DC80V,1700RPM,10분 정격 왕복식,2250 ℓ /min,1700RPM	DC80V,1700RPM,10분 정격 왕복식,2250 ℓ /min,1700RPM
20.축전지 가. 방식 나. 전압 다. 용량 라. 충전방식	알카리축전지 DC100V(70cell) 50Ah 부동(浮動)충전	알카리축전지 DC100V(70cell) 60Ah 부동(浮動)충전
21.ATS장치 가. 방식 나. 제어방식 다. 조사속도 라. 속도검지 정확도	속도조사부 ATS 다변주형,점 제어,연속속도조사 5단(0,5,15,25,45km/h) ±2km/h	속도조사부 ATS 다변주형,점 제어,연속속도조사 5단(0,5,15,25,45km/h) ±2km/h

항 목	사 양 및 성 능	
	저항 제어차	VVVF 제어차
22. ATC장치 가. 방식 나. 제어방식 다.속도지령 라. 정지속도확인 마. 제동확인지연시간 바. 감속율	없음	차상신호 연속제어 5K/H이하 2.5~3.0초 통상2.4K/H/SEC
23. 모니터 장치 가. 입력전압 나. 전송방식 다. 장치구성	없음	DC 100V AC 100V, 60Hz Pair Pulse/직렬데이터 전송 중앙장치, 표시기, 단말기

3 VVVF제어 전기동차의 특징

가. 승객에 쾌적하고 안락한 서비스를 제공 : 차내안내 전광판 설치

나. 안전을 고려한 운전실 기기설비

- 모니터 표시기 설비

- 기관사 안전장치(DSV) : 주간제어기 핸들에서 손을떼면 경부 3초후 비상

- 열차번호 및 행선표시기 : 수동 → 자석식 7segment로 열차번호 표시

- 운전대 : ATC/ATS운전가능

다. 교류유도전동기를 채택 : 주행시스템은 PWM(Pulse Width Modulation)콘바타 및 VVVF 인버터로 구성된 주변환장치에 의해 유도전동기를 구동하여, 종전 저항제어 차의 120KW급 직류전동기에서 200KW급의 유도전동기를 사용하여 과거 6M4T의 차량구성비를 5M5T, 3M3T로 낮추었다.

라. 주행장치 : 공기스프링대차를 사용 차량경량화 및 승차감 향상

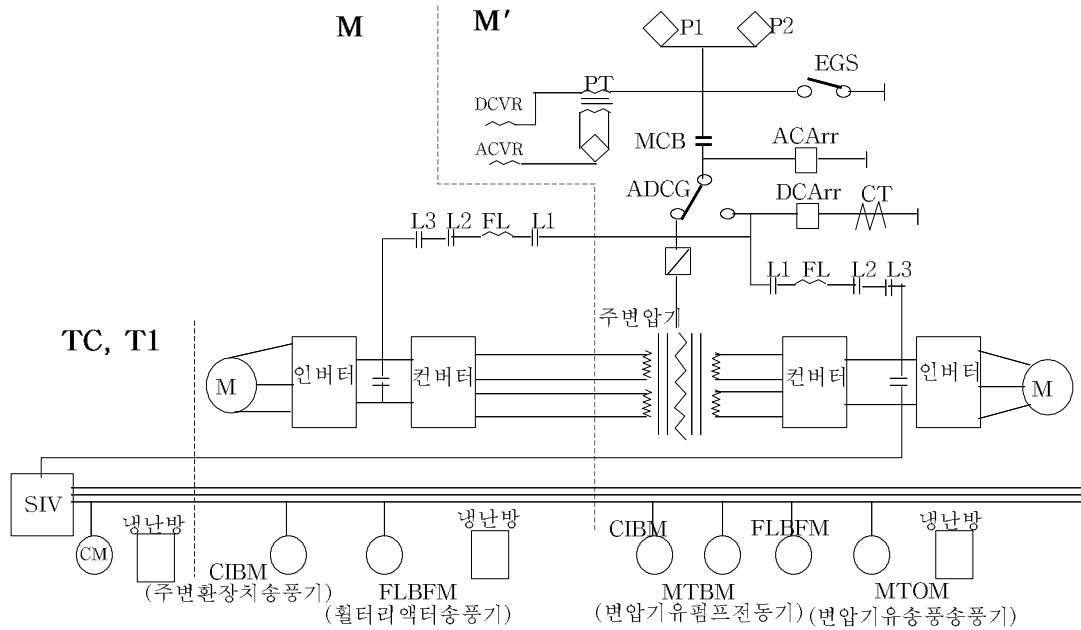
마. 제동장치 : 디지털 전기지령, 희생제동과 공기제동 병용

바. 열차자동제어장치(ATC) : 열차사령으로부터 수신된 제한속도와 차축발전기에서 수신된 실제속도를 연산 비교하여 열차의 속도를 제어

4. 전동차 결선도 보는법

5. 전동차회로의 개요

나. VVVF 제어차



1) 교류구간

팬터그래프(PAN : 2개) → 주차단기(MCB) → 교직절환기(ADCg) → 주휴스(MFS) → 주변압기(MT) → PWM콘버터 → VVVF 인버터 → 견인전동기
고압보조기기(SIV)

2) 직류구간

팬터그래프(PAN : 2개) → 주차단기(MCB) → 교직절환기(ADCg) → VVVF인버터 → 견인전동기
고압보조기기(SIV)

II. 특고압회로 및 제어회로

1. 특고압회로 개요 : 특고압회로라 함은 팬터그래프에서 수전한 전원이 주변환장치 전 까지를 말한다. 교직류 전기동차는 교류와 직류구간에 따른 회로의 결선이 다르도록 설계되어 있으며, 직류구간에서는 DC1500V인 전차선전원을 팬터그래프에서 그대로 수전하여 견인전동기나 고압보조기기에 공급하면 되나, 교류구간에서는 전차선의 AC25KV의 전원을 수전하여 주변압기에서 소정의 전압(AC840V)으로 강압시켜 주변환장치(VVVF제어차)를 거쳐 견인전동기와 고압보조기기에 전원을 공급하게 된다.

따라서 교직류 전기동차에는 별도의 교류와 직류를 전환하는데 필요한 전환용기기가 설치되어 있는데 VVVF제어차는 M'차 옥상위에 교직절환기(ADCg)만 설치되어 있다.

또 전차선과 전동차간의 회로를 개폐해주는 주차단기(MCB)가 옥상위에 설치되어 있어 평상시에는 회로의 개폐로 일종의 스위치 역할을 하지만 교류구간을 운행중 전동차 회로에 중대한 고장이 야기되었을 경우 신속히 회로를 개방하여 차량기기를 보호하는 차단기 역할도 겸하도록 되어있다.

2. 주요기기의 구조 및 작용

가. 팬터그래프(Pantograph : pan)

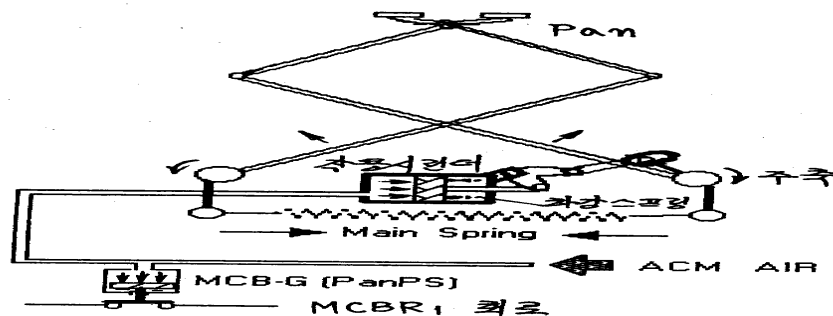
전동차의 집전장치는 M'차 지붕에 설치되어 있으며 VVVF제어차의 경우 회생제동시 발생할 수 있는 전차선과 팬터그래프의 분리를 고려하여 M'차 1량당 2개의 팬터그래프가 정착되어 있다.

나. 팬터그래프 사용조건 및 제원

- 전차선 전압 : AC25KV, 60HZ, DC1500V
- 전차선 방식 : 지상 - 심플카테나리, 지하 - 강체가선
- 전차선 높이 : 최저 4,750mm, 표준 5,200mm, 최고 5,400mm(레일면상 기준)
- 조작방식 : 전자공기식
- 동작방식 : 공기와 스프링에 의한 상·하강
- 동작시간 : 상승 12 ± 2 초, 하강 5 ± 1 초($5\text{kg}/\text{cm}^2$ 로 완전상승에서 접은 위치까지)

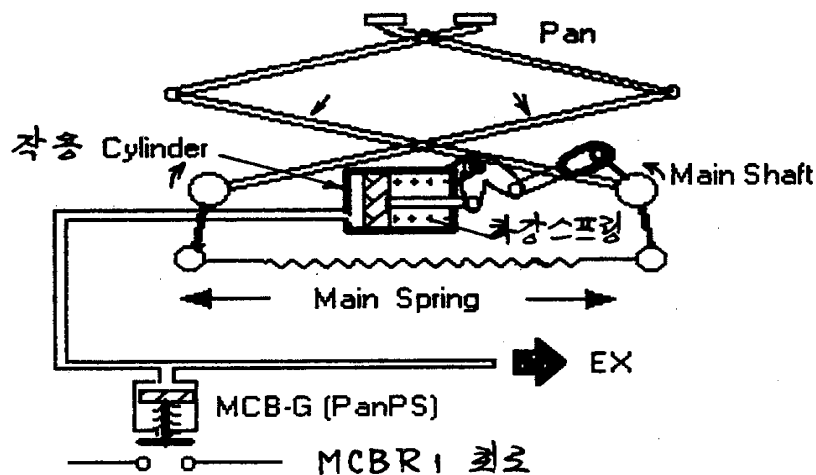
다. 팬터그래프의 작용

가) 상승작용 : 공기압력+주스프링압력



나) 하강작용 : 하강스프링의 힘

팬터그래프 공기관에 설치된 PanPS는 팬터그래프를 상승할 수 있는 충분한 압력공기가 형성된 조건에서 주차단기(MCB)를 투입하기 위하여 정착한 것이다.(공기압력 하강시 팬터가 먼저 내려와 아크발생 억제)



다. 주차단기(Main Circuit Breaker : MCB)

1) 개 요

주차단기는 교류구간을 운전중 주변압기 1차측 이후의 전기기기에 고장이 발생하였거나 과대전류 혹은 이상전압에 의한 장애발생시, 또는 교류피뢰기가 방전 하였을 때 등에 전차선과 전동차간의 회로를 신속, 정확하게 차단하는 작용을 하며 직류구간에서는 차단동작을 할 수 없도록 되어있으며 절연내력이 매우 높고, 절연회복이 대단히 빠른 성질을 가진 진공을 이용한 차단기이다.

2) 팬터압력스위치

팬터압력스위치(Pan -PS)는 VVVF제어차에 설치되어 있으며 팬터그래프의 상승작용시의 압력공기에 의해 전기적인 회로를 구성시킨다.

즉, 팬터그래프가 상승이된 조건에서 주차단기를 투입할 수 있도록 회로를 구성함과 동시에 팬터그래프 상승작용에 사용되는 공기압력이 미약(MCB-G:4.2~4.7kg/cm², PanPS:4.1~4.4kg/cm²)할 경우에는 이 기기의 접점이 붙지 않아 주차단기 투입제어회로를 구성하지 않으므로 주차단기가 투입되지 않도록 하거나 일단 주차단기가 투입된 상태에서 팬터그래프 상승에 작용하는 공기압력이 규정치 보다 낮을 경우에는 자동으로 접점을 개로하여 주차단기를 차단하도록 하였다.

3) 주차단기의 동작

가) 투입동작 : 주차단기 투입전자변(MCB-C)이 여자되면 압력공기는 전자변을 지나 증폭시린더를 거침으로써 전자변을 통한 공기보다 증폭되어 작용시린더에 들어가 작용피스톤을 들어 올리면 레버가 상승된다.

일단 주차단기가 투입되면 투입전자변은 소자되어 작용시린더 내의 압력공기를 대기로 배출시켜 버리지만 일단 상승된 레버의 로울러가 지지레버의 받침판 사이에 끼여 내려오지 않으므로 주차단기는 투입된 상태를 유지한다.

이는 차단시 보다 신속한 차단을 하기 위하여 작용시린더 내의 공기를 미리 빼주는 과정으로 생각하면 된다.

나) 개로(차단)동작 : 개로(차단)동작은 주차단기 트립코일(MCB-T)이 여자 되므로써 이루어진다. MCB-T가 여자되면 트립레버가 회전하여 훅-레버(Hook Lever)가 지지레버를 자유롭게 풀어준다.

따라서 퀵 브레이크 스프링(Quick Break Spring)이 지지레버를 밀면서 봉을 잡아 당기게 되면 이동극을 고정극에서 떨어트려 주회로를 개방한다.

다. 교직절환기(ADCg) : M'차 지붕위에 설치 운전실에서 기관사가 교직절환스위치(ADS)를 조작하므로써 전차선전원에 따라 그 회로를 주변압기 또는 전인전동기측에 접속시켜 주는 압축공기 조작식 단로기이다. 아울러 저항제어차의 경우에는 M'차 상하의 교류제어기 상자내에 있는 교직전환기(ADCm)와 같이 회로를 절환토록 되어있다.

※ 교직절환스위치(ADS) 절환 → 주차단기(MCB)개방 → 직류, 교류 전자변 여자 → 압력공기 실린더 유입 → 피스톤 동작 → 조작레버 회전하여 접촉부에 접속

라. 주휴즈(MFs) : M' 차 지붕위에 있고 주변압기(MT) 1차측에 큰 전류가 흘러 들어올 경우 용손되어 주변압기를 보호하기 위한 목적으로 설치하였다.

교류류 전차가 교류구간에서 직류구간으로 진입시 기관사가 교직절환 조작을 잊은채 교류상태인 그대로 진입한 경우 무가압구간에서 주차단기가 개방되어야 하나 기계적인 고장 등으로 개방되지 않으면 직류구간에서 DC1,500V의 대전류가 주변압기에 그대로 흘러 들어와 주변압기를 소손시킬 우려가 있어 그전에 주휴즈(MFs)가 용손되어 주변압기 및 기타의 기기를 보호하는 장치이다

마. 비상접지스위치(EGS) : M' 차 옥상에 설치되어 있으며 전차선로의 장애발생으로 급히 전차선 전원을 차단할 필요가 있을 때와 검수시 안전작업을 할 수 있도록 전차선을 팬터그래프를 통하여 대지로 접지 시킬 때 사용하는 기기로 운전실의 비상접지 제어스위치(EGCS)가 동작되면 마이크로 스위치에 의하여 비상접지스위치 보조계전기(EGSR)가 동작하여 일단 팬터그래프를 하강시킨 후에는 수동으로 운전실의 비상접지 제어스위치를 복귀시키지 않는 한 다시 팬터그래프가 상승되지 않도록 되어 있다.

바. 계기용 변압기(PT) : M' 차 옥상이 있고 교류구간에서는 AC25KV를 AC 100V로 강압시켜 교류전압계전기(ACVR)를 작동시키며, 직류구간에서는 1차측을 통한 전류에 의하여 직류전압계전기(DCVR)가 동작된다. 1차코일은 팬터그래프에 접속되며, 2차코일은 정류기와 저항을 통하여 교류전압계전기에 접속된다.

또한 1차측의 접지측은 저항기를 통하여 접지되는데 그 저항기의 도중에 직류전압계전기에 접속된다. 이와 같이 계기용 변압기는 팬터그래프가 상승하고 있는 동안은 항상 통전되어 전차선의 전원종류를 탐지하여 주회로 제어계통을 전차선 전압에 일치하도록 지시해 주는 역할을 한다.

사. 교류피뢰기(ACArr) : 전차가 교류구간을 운전 중 낙뢰 등의 외부 썩지가 차내로 들어 왔을 때 즉시 방전하며 전차선 전원을 접지시켜 변전소의 급전을 차단시키므로 전동차 및 기기를 보호하는 것으로 M' 차 지붕위에 설치되어 있다.

이 피뢰기가 동작한 경우에는 주차단기 투입순간 재차 전차선 단전을 유발하므로 팬터그래프를 상승키는 순간 단전이 발생하는 비상접지스위치 동작과 구분을 할 수 있다

아. 직류피뢰기(DCArr)와 피뢰기과전류계전기(ArrOCR)

직류피뢰기는 직류구간을 운행중 외부로부터 차량의 전기기기에 진입하는 썩지를 흡수하여 차량을 보호하고, 또한 전동차가 직류구간에서 교류구간으로 진입시 기관사가 운전실의 교직절환스위치(ADS)의 조작을 실념하여 전동차의 회로가 직류인 상태에서 교류구간으로 진입하는 경우를 「교류모진」이라 하는데 직류피뢰기의 동작은 외부 썩지에 의한 것보다는 주로 이와같은 「교류모진」에 의해서 방전되고 그 방전전류는 변류기(CT₂)를 통하여 피뢰기과전류계전기(ArrOCR)를 여자시킨다. 이 피뢰기과전류계전기(ArrOCR)가 동작하면 주차단기를 차단하고, M' 차의 차측등(백색)을 점등시킴과 동시에 운전실의 고장대표등(Fault)을 점등시킨다

자. 과전류계전기

1) 과전류계전기(ACOCR) : 교류전류계전기는 M' 차 차체하의 교류제어기함 내에

설치되어 있고 주변압기 1차측에 설치된 변류기(CT_1)을 통하여 작용하도록 되어 있으며 주변압기 1차측으로 과전류가 들어올 때 여자되어 주차단기(MCB)를 차단함으로써 이하의 기기를 보호한다.

그러나 전차선과 팬터그래프의 사이가 차량진동 등으로 이격되는 순간 또는 이동시 주차단기가 투입되는 순간에 써지전류가 들어올 때에도 과전류계전기가 동작할 수 있지만 제어회로상에 주차단기용 시한계전기(MCBTR)의 작용으로 일정시한(약0.5초)정도의 써지에서는 주차단기를 차단하지 않도록 하였다.

차. 주변압기(MT) : 팬터그래프에서 수전한 교류 25KV의 전원을 공급받아 전압을 강압하여 교류 1850V를 주정류기(저항제어차)에 보내고 VVVF차는 $2 \times 840V$ 를 주변환 장치에 보내준다. 또한 저항제어차는 3차권선이 별도로 있어 교류 237V로 강압하여 주변압기 내의 냉각송풍전동기(MTBM)와 냉각유펌프전동기(MTOM)전원으로 사용되며, VVVF제어차의 경우 보조전원장치(SIV)의 전원에 의해 주변압기를 냉각토록 되어있다.

타. 교류제어함(AC Control Box) : 집전장치가 있는 차량 하부에 설치되어 있고, 특고압 관련 주요기기가 함내에 설치되어 있으며 차종에 따라 설치된 기기는 약간의 차이가 있다.(과천선 VVVF 전기동차 내장기기 : ACVR, DCVR, ACVRTR, DCVRTR, MCBR1, MCBR2, MCBR3, MTAR, ArrOCR, ACOCR, MCBTR, MTOFTR, MTTHR)
(4호선 VVVF 전기동차 내장기기 : ADCm, AGR, GR, ACOCR, ArrOCR, ACVR, MCBR1, MCBR2, MCBTR, ACVRTR, DCVRTR, MCBOCR, RSR, MCBOR1, MCBOR2, MCBOAR)

파. 필터리액터(FL) : 후단에 연결된 필터 개폐시터와 L-C필터를 구성하여 주회로의 고조파분을 제거하기 위해 사용, 이 리플전압이 제거됨으로써 인버터의 동작을 안전적으로 양호하게 되도록 한다.

이 필터 리액터는 강제통풍 냉각바닥의 공심 원통형 리액터로서 M,M'차 (4호선 VVVF 전기동차는 M차) 상하에 탑재되며, 1개 구동차분의 회로에 1대 접속되어 있다.

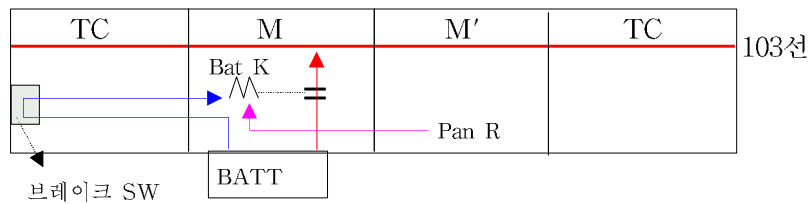
필터 리액터는 전동송풍기에 의해 냉각이 되며, 리액터 본체와 전동송풍기와는 연결 덕트 및 플렉시블 덕트에 의해 접속되어 있다.

◆ 특고압 제어회로 : 특고압제어회로는 팬터그래프의 상승, 하강 및 주차단기 투입, 차단과 비상접지스위치의 동작, 교직절환등의 전동차 특별고압기기를 제어하는 저압회로를 말한다.

그림과 같이 고압의 기기를 제어하기 위하여 스위치를 조작하면 DC100V의 전원이 전자코일에 흘러 전자코일 안의 철심이 전자석이 되므로 작용편을 흡인하여 작용편의 한쪽 끝이 하강하여 공기통로를 개방하거나, 고압회로의 주접촉부를 접촉시켜 고압회로를 구성하도록 되어있다.

2. 특고압제어

가. 직류모선(103선)의 가압과 운전실 선택



전동차의 제어전원은 대부분 직류 100V를 사용하고 있으며 최초의 기동시는 TC차 차체하에 탑재된 축전지의 전원을 전편성에 가압해 주어야 하는데 이를 직류모선(103선) 가압회로라 하고, 1개소의 운전실에서만 제어가 이루어지도록 운전대의 제동변에 핸들을 삽입함으로써 이루어지는데, 사전에 운전실 및 각차 배전반내의 스위치와 공기 계통이 완전히 정비되어 있어야 함은 두말할 나위가 없다.

1) 직류모선(103선)의 가압 : ATS경고령이 순간적으로 울림

- ① ATS의 정상적인 작동상태
- ② 축전지 전원이 직류모선(103선)에 가압
- ③ 운전실 선택이 제대로 이루어졌음을 알 수 있다.

※ BatK는 PanR(팬터그래프제어 전자변) 접점에 의해서도 여자될 수 있는데, 이는 팬터그래프가 상승된 상태에서는 제동변핸들을 취거해도 BatK를 계속 여자시켜 직류 모선을 가압하기 위함이다.

※ 차량유치시 Pan을 하강하지 않은 상태에서 전차선이 단전된 경우 PanR에 의해 103선이 계속 가압되어 축전지의 방전사고가 우려되므로 다음과 같이 별도 회로를 삽입하여 유치중 단전시 SIV가 정지되고 PanTR이 소자되어 소정의 시간(3분)이 지나면 109선을 통하여 Pan을 하강하여 Battery방전 사고를 미연에 방지토록 하였다.

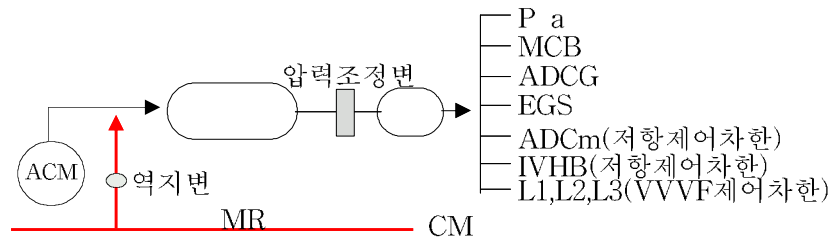
2) 운전실 선택 : 특고압제어, 속도제어, ATS전원 등은 전부 운전실에서 전원을 공급받게 되어있고, 출입문개폐 연동회로, 객실 냉·난방제어 및 표시등회로중 일부의 전원이 후부운전실로부터 전원을 공급받도록 되어있어 운전실의 위치선택을 필요로 한다. 이 운전실의 선택은 운전실 선택계전기에 의해 구성되는데 선택계전기들은 TC차 배전반에 다음과 같이 설치되어 있다.

- ① HCR : 전부운전실 선택계전기(4개의 계전기 직렬연결로 1개의 계전기가 단선이 되더라도 전체의 계전기에 영향을 주도록 되어 있어 고장발견을 용이)
- ② TCR : 후부운전실 선택계전기(2개) - TCR접점으로 후부운전실에서 제동변을 넣어도 제어전원의 변경은 없다
- ③ ICR : 중간운전실선택계전기(2개) - VVVF제어차에는 없으며, TC-TC의 연결시 잠퍼커플러는 반대측이 되므로 서로교차 하도록 되어있다.

나. 보조전동공기압축기(ACM) 구동회로

무동력상태의 전기동차를 기동시키기 위해서는 팬터그래프나 주차단기, 교직절환기 등을 제어하는 계전기를 작동시키는 전기력(DC100V) 뿐만 아니라 기기를 실제적으로 동작시키는 제어공기력이 축전지전원에 의해 구동되며 M' 차 객실 의자 밑에 설

치된 보조전동공기압축기(ACM)에서 얻게된다.



1) 운전실에서의 제어

TC차 ACMCS(스위치) ON → M'차 ACMK(보조공기압축기전동기 접촉기), ACMLP(등)여자 → ACM구동 → 공기압력이 7.5kg/cm²에 달하면(약 5~6분 소요) 보조공기압축기용 조압기(ACMG)가 동작하므로 동작차량의 ACM은 정지하나 MCB가 투입되기전(전동공기압축기가 구동하기전) 공기압력이 6.5kg/cm²이하로 내려가면 ACM의 구동이 재개된다. 단, 주차단기(MCB)가 투입되면 ACMG가 회로를 구성하고 있다 하더라도 ACM을 정지시킨다.

2) M'차 배전반에서의 제어 : TC차로 부터 제어하는 경우와 동일하다.

다. 팬터그래프의 제어

1) Pan 상승 : 팬터그래프 상승스위치(PanUS)ON → PanR코일여자 → 팬터그래프 전자변(PanV)이 여자되어 공기를 팬터그래프의 실린더에 공급한다.

※ 팬터그래프 상승조건

- ① 제어전원이 있을 것(103선 가압상태)
- ② 전부운전실(HCR)이 선택되고 MCN이 투입되어 있을 것
- ③ ACM의 공기가 확보되어 있을 것
- ④ EGCS가 동작되어 있지 않을 것
- ⑤ EpanDS가 눌러져 있지 않을 것
- ⑥ MCB가 차단되어 있을 것
- ⑦ 각 M'차의 PanVN이 투입되어 있고 Pan공기관 콕크가 차단되어 있지 않을 것

2) Pan 하강 제어 : Pan하강스위치(PanDS)나 비상팬터그래프하강스위치(EPanDS)ON → PanR의 하강코일을 여자 → PanV 무여자

※ Pan의 하강은 **MCB가 차단된 조건과 ACVR이 소자된 조건**에서 이루어지도록 되어있다. 따라서 교류구간에서의 Pan하강은 반드시 MCB가 차단된 조건에서만 되지만 직류구간의 경우 MCB차단과 관계없이 ACVR연동을 통하여 PAN의 하강용 코일을 여자시킬 수가 있다.

또한 PanDS와 EPanDS를 취급 다이오드(Dd)를 거쳐 MCB차단용 코일에 전원을 보내는 것은 설혹 MCB가 투입된 상태에서 Pan을 하강취급하여도 교류구간에서는 먼저 MCB가 차단된 후에 Pan을 하강하기 위함이고 직류구간의 경우라도 MCB차단동작을 잇고 Pan하강 취급만 하더라도 MCB투입회로를 끊어 나중에 MCB 재투입에도 대비하기 위한 것이다.

한편 직류구간을 운전중 MCBN₂ 가 차단되면 MCBN₂ 의 연동에 의하여 PanR의 하강용 코일을 여자시켜 MCBN₂ 가 차단된 유니트의 Pan이 하강하도록 되어있다. 결국 **팬터그래프의 상승과 하강은 팬터그래프 전자변(PanV)의 회로상의 연동편을 개폐**하므로써 이루어진다.

라. 주차단기(MCB)제어

1) 전압계전기 및 전압계전기용 시한계전기 동작회로

전차선에 전원이 급전된 상태에서 팬터그래프를 상승 → ACVR, DCVR 여자 → 저압회로의 ACVRTR과 DCVRTR(시한계전기) 여자 → 그 연동편에 의해 주차단기의 제어회로 등과 운전실에 있는 전차선 전원표시등의 회로를 구성시킨다.

2)주차단기 투입회로

가) 주차단기 투입전 확인사항

- ① 전차선 전원표시등(ACV, DCV)으로 Pan상승 여부와 전차선의 전원을 판별한다.
- ② 전차선 전원에 맞도록 운전대의 교직절환스위치(ADS)를 일치(정확히)
- ③ 운전실의 MCN(주간제어기회로차단기) 스위치의 ON상태를 확인
- ④ ACMCS를 취급하여 ACM공기압력 재확인
- ⑤ 각 M' 차의 배전반내 스위치 상태점검과 MCB공기관콕크 차단여부 확인

나) MCBHR(제어계전기) 여자회로 - 투입코일여자로 교직절환

제어운전실의 MCBCS(투입스위치) → MCBHR 여자(연동접촉) → ADS(교직절환스위치)ON → M'차 ADAN회로차단기 → ADCg, ADCm을 통해 전동차의 주회로 절환은 물론 보조스위치도 이동 → MCB투입과 차단에 관계되는 기기에 있는 연동편과 기타 기기상에 있는 모든 연동편들을 절환된 위치에 맞도록 접촉 또는 개방시킨다.

다) MCBR₁ 여자 회로

2) VVVF 제어차

회로상의 PanPS_{1,2} (팬터그래프압력스위치 : 약 4.1kg/cm² ~ 4.4kg/cm²)는, MTAR계전기 연동편은 주변압기 보조기기(MTOM,MTBM)의 고장등이 발생하였을 때 MCBR₁ 을 소자시켜 MCB를 차단하여 주변압기를 보호할 목적으로 설치하였고, UCORR계전기 연동편의 경우에는 MTAR여자로 MCB가 차단되었을 때 고장차 차단스위치(VCOS)를 눌러 고장차를 개방하였을 경우 MCBR₁ 의 제어자를 막아 MCB가 투입되지 않도록 하기위해 설치된 것이다.

라) MCBC(주차단기 투입전자변)의 동작

1) VVVF 제어차

MCBR₁ 여자 → MCBC회로상의 연동편이 접촉 → L2(견인전동기회로가 차단) → MRfOCR 연동(주정류기 과전류 흐르지 않은 조건) → MCBR₂연동 → MCBC여자

마) MCBR₂ 의 여자

1) 저항제어차

MCB가 투입 → MCB연동이 접촉 → MCBR₂ 여자(자연동) → MCBC소자 → 공기압력 대기배출 → 차단시 신속히 MCB차단

2) VVVF 제어차

VVVF제어차의 경우 저항제어차의 ADCm기계적연동접점 대신 ADAR₁ 혹은 ADDR₂ 연동편을 사용한것 외에는 회로구성상의 차이는 없다.

※ MCB가 투입되는 과정

① Pan상승에 의한 전차선 전원에 의하여 ACVR 혹은 DCVR이 여자되며, ACVRTR혹은 DCVRTR이 여자된다.

② ADS위치에 따라 VVVF제어차는 ADCg가 「교」 또는 「직」 위치를 취하고 ADAR 혹은 ADDR이 여자된다.

③ MCBR₁ 계전기가 여자된다.

④ MCBC의 여자로 주차단기제어시린더에 압력공기가 유입되어 MCB가 투입된다.

⑤ MCB보조스위치(투입접점)에 의해 MCBR₂ 계전기가 여자된다.

⑥ MCBR₂ 의 여자로 MCBC가 소자된다.

3) 주차단기 차단회로 : 주회로에 이상이 발생시 즉시 MCB차단하여 주회로 이상으로 발생할 수 있는 중대사고를 미연에 방지

가) 정상적 차단

MCBOS(차단스위치) 취급 → MCBHR(주차단기 제어계전기)차단코일 여자 → 7선 또는 8선으로 가던 103선의 전원 차단 → MCBR₁ 소자 → 주차단기 개방

① 교류구간에서의 차단회로

M' → MCBR₁ → MCB-T(MCB차단코일)가 여자 → 7,8번선으로 가던 103번선 전원 차단 → MCBR₁소자 → MCB차단

② 직류구간에서의 개방회로

㉠ VVV제어차

L₁ 이 먼저 차단된 조건(주변환장치(인버터측)와 보조전원장치(SIV)가 정지된 상태)에서 MCB를 개방토록 하였다. ... 전동차에 부하가 미약하게 걸린상태에서 단순히 회로를 개방하는 것이라 볼 수 있다.

※ MCBR₁ 이 소자되어 MCB-T코일 여자로 인한 MCB의 차단되는 경우 : MCBOS 취급시, PanDS 혹은 EPanDS 취급시, 교직절환시(ADS절환) MCB가 차단됨

나) 교류구간에서의 사고차단

② VVVF제어차의 사고차단 : 교류모진(ArrOCR)과 교류과전류(ACOCR)에 의한 것과 별도의 M차와 M' 차의 MCBOR(주변환장치 이상발생)과 COR₂ 계전기 연동 회로에 의하여 차단될 수 있다. 또한 주변압기유 펌프전동기의 이상, 주변압기 송풍전

동기가 이상이 있을 경우 동작하여 MCBR₁ 계전기를 소자시켜 MCB-T코일을 여자하므로써 MCB를 차단시킨다.

마) 비상접지스위치(EGS) 동작회로 : 비상사태가 발생, 검수시

EGCS(TC차운전실, M'차 배전반) 취급 → EGS, EGSR계전기(EGS복귀 방지)여자

※ EGS가 동작한 후 팬터그래프를 하강하였을 경우 팬터그래프의 재차 상승은 운전실의 EGCS를 복귀하여 M'차의 EGSR을 소자시키지 않으면 상승이 되지않도록 하였다. 이는 EGS가 동작된채 팬터그래프가 상승 할시는 전차선의 단전을 초래하여 전 전동열차 운행이 중지되는 사례를 막기위함이다.

※ 여기서 또하나 고려해야 할 사항은 EGS가 대기중에서 직접 전차선 전원과 접촉하는 기기인 관계로 접촉시 아-크로 인하여 용착의 우려가 있다.

따라서 만일 용착이 된 경우 운전실에 있는 EGCS만 복귀시켜 주면 Pan상승이 가능하므로 Pan상승과 동시에 전차선의 전원을 단전시켜 큰 지장을 초래하게 되므로 일단 EGS가 동작된 후 운전을 재개시 할 때는 TC차의 EGCS를 복귀한 후 EGS의 용착여부를 확인하여야 한다.

EGS 용착시 조치는 용착된 M'차 팬터그래프를 접고(완전부동취급) 남은 M'차의 출력으로 운행하여야 한다.

바) 운전실 교환회로

역전핸들을 「OFF」 위치 - 2선 무가압, 제동제어 핸들을 취거 - HCR은 「ON」 상태를 그대로 유지하고 있어 7선(또는 8선)은 가압이 계속된다.

신운전실에서는 두선ADS의 교류 또는 직류위치를 확인하고 제동제어 핸들을 삽입하면 신운전실의 HCR이 여자되고 MCBCS를 취급하면 신운전실에서도 7선(또는 8선)이 가압된 상태가 된다. 신운전실에서 작업순서가 바뀌어 MCBCS 취급 전에 역전간을 먼저 취급하게 되면 불필요한 MCB의 차단이 이루어지므로 유의해야 한다(잘은 MCB의 차단은 MCB의 손상을 가져옴)

사) 교직절환 조작 : 교류에서 직류, 혹은 직류에서 교류구간에서 진입하기 전에 전동차의 회로를 전차선 구간과 일치 시키기 위해 교직절환스위치(ADS)를 조작

이와 같은 절환조작은 보편적으로 사구간(死區間) 전방에 설치된 타행표지 지점에서 역행제어기를 OFF한 후 시행한다.

1) 교류에서 직류구간 진입시

교류(AC) 구간	사구간	직류(DC)구간
타 행 표 지 ↓ 역행제어기 OFF 및 교직절환 (AC→DC) ↓ ① 7선 무가압(8선 가압) ② MCBR1소자로 전편성 MCB차단(MCB차단회로 참고) ③ ADCg, ADCm 전환 (VVVF제어차 ADDR여자)	① ACVR 소자 ② ACVRTR 소자	① DCVR 여자 ② DCVRTR 여자 ③ MCBR1 여자(DC전압이 가압되는 차부터) ④ MCB투입(MCB투입회로 참고)

2) 직류에서 교류구간 진입시

직류(DC) 구간	사구간	교류(AC)구간
타 행 표 지 ↓ 주간제어기 OFF 및 교직절환 (DC→AC) ↓ ① 7선 무가압(8선 가압) ② MCBR1소자로 전편성 MCB차단(MCB차단회로 참고) ③ ADCg, ADCm전환	① DCVR 소자 ② DCVRTR 소자	① ACVR 여자 ② ACVRTR 여자 ③ MCBR1 여자(AC전압이 가압되는 차부터) ④ MCB투입(MCB투입회로 참고)

아. 모진보호

전동차의 교직절환 조작은 앞에서 설명한 바와 같이 운전실에서의 수동조작 방식이다. 따라서 인위적인 실수를 보완해 주는 모진보호 설비가 필요하다.

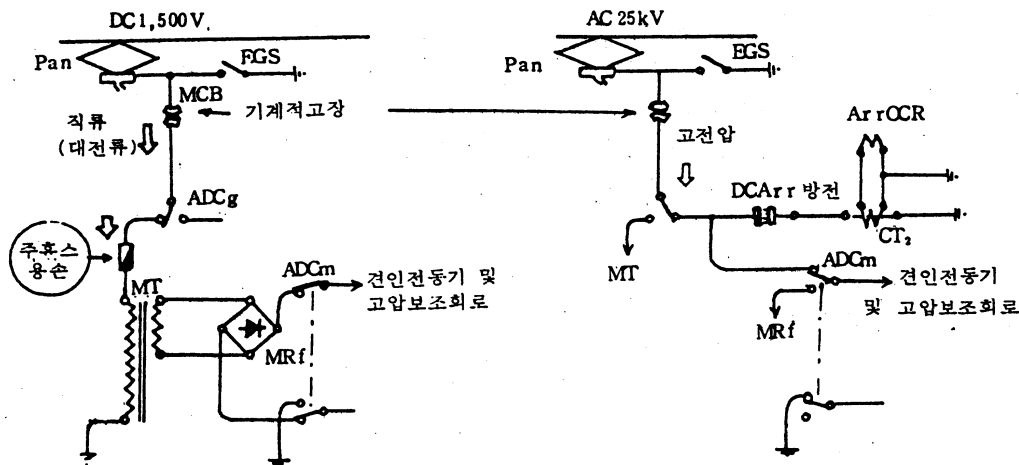
1) 사구간에서 MCB의 차단(1차 보호)

ACVR 또는 DCVR 소자 → MCBR₁ 소자 → MCB 차단

2) 2차적 보호 : MCB장치의 기계적인 고장이 발생하였을 경우 - 주휴스(MFS), 직류피뢰기(DCArr) 및 피뢰기과전류계전기(ArrOCR)이다.

○ 직류모진(교류구간에서 직류구간으로 진입시 발생시) : 주휴스((MFS) 용손

○ 교류모진(직류구간에서 교류구간으로 진입시 발생시) : 직류피뢰기(DCArr)가 방전을 하여 변류기(CT₂)를 통한 피뢰기과전류계전기(ArrOCR)를 여자하게 된다.



III. 주회로 및 속도제어회로

□ 개요 : 주회로란 VVVF제어차는 주변환장치(콘버터, 인버터)와 유도전동기회로를 이르는 말이다.

□ VVVF차

1. 개요 : VVVF제어장치는 PWM 콘버터 및 VVVF인버터로 구성된 주변환장치에 의해 유도전동기를 구동하게 되어 있는 고속전철시대를 준비하는 차세대 시스템이다. 인버터제어에 의한 유도전동기의 구동기술은 대용량 GTO 사이리스터와 마이크로프로세서 제어기술의 발전에 힘입어 PWM GTO형 콘버터를 채택함으로써 교류구간에서도 회생제동을 시행할 수 있고, VVVF 인버터 방식을 도입함으로써 종전의 직류전동기 구동방식에서 교류 유도전동기 구동방식으로 전환하여 세계적인 흐름인 VVVF인버터 제어방식을 적용한다.

주변환장치는 기능적으로 주변압기의 단상출력을 입력받아 전력변환을 하여 주전동기에 3상의 출력전원을 보낸다. 주전동기는 3상 유도전동기를 사용하고 MCK, M'차 각각 인버터에 의해 4대씩 제어된다.

견인시에는 인버터의 전압, 주파수를 마이크로프로세서에 의해 가변하여 속도가 제어되며, 발전제동은 타력으로 발생된 전류를 전차선으로 다시 송전하는 회생제동방식을 채용하고 있어 견인시와는 반대로 콘버터부터 인버터부가 바뀌어서 제어가 이루어진다

2. 유도전동기의 동작원리

가. 유도전동기의 원리 : 고정자와 회전자에는 모두 베어링을 넣어 취부되어 있고, 양방향으로 회전이 가능하며 고정자에는 자석을 회전자에는 도체를 배치하고 있으나 외부와의 전기적인 접속은 없다

외부의 힘으로 고정자를 회전시키면 회전자 도체에 전자유도작용에 의해 기전력이 발생하고 전류가 유도된다. 이 유도전류와 자속과의 전자력에 의해 회전자는 회전하게 된다.

나. 유도전동기의 구조 : 고정자측에 회전자계를 발생하는 삼상권선이 달려있다. 회전자는 철심의 홈에 도체를 매입하고, 도체 각각의 양끝을 단락환으로 단락한 구조로 되어있기 때문에 도체와 철심간을 절연한 필요가 없어 간단한 구조

다. 회전자계 발생원리 : 유도전동기의 고정자 권선은 원통형 철심의 내면(고정자)에 달린 Slot사이에 삼조의 코일을 전기 각 120°간격으로 배치하고 이들 코일에 삼상교류전류를 흘리는 것으로 고정자에는 회전자계가 발생한다

라. 회전력 발생의 원리 : 고정자의 삼상권선이 만든 회전자계화, 회전자의 상대운동에 의해 회전자 도체중에 전류가 유도되고, 이 유도전류와 회전자계에 의해 회전력이 발생한다.

마. 유도전동기의 특성

1) 슬립, 슬립주파수, 슬립률

$$F_i(\text{회전자계의 회전주파수}) - F_m(\text{실제회전자의 주파수}) = F_s(\text{슬립주파수})$$

2) 회전자에 발생하는 회전력 : VVVF제어 전동차에서는 인장력과 회생제동력은 슬립주파수를 제어하는 것에 의해 자유로이 제어할 수 있고, 직류전동기를 사용한 전기동차와 같은 특성을 얻을수 있다.

3) 회전자의 회전방향 : 회전자는 고정자의 회전방향과 같은 방향으로 회전한다. 따라서 3상중에서 2상의 상순을 교체하면 회전자계는 반대방향으로 되고, 회전자 역시 반대방향으로 회전하게 된다.

4) 유도전동기의 속도, 회전력제어 : 회전주파수를 변화시키는데는 전원주파수 또는 극수를 바꾸어주면 되나 극수를 변경하는 것은 곤란하고 일반적으로 전원주파수를 변화시킨다.

3. VVVF인버터의 동작원리 : VVVF인버터는 제어소자로 GTO 싸이리스터를 사용하고, GTO의 스위칭 작용에 의해 3상교류를 발생시키며 출력전압, 주파수를 가변제어하여 유도전동기의 역행과 회생제어를 행한다.

출력전압의 가변제어 방법으로 ON, OFF의 펄스폭을 바꾸는 펄스폭 변주방식을 채택해 주파수 가변제어 방법으로 차륜회전수를 검지하는 방법으로 되어 있다.

4. PWM 컨버터의 동작원리 : 일반적으로 컨버터는 교류를 직류로 바꾸는 변환장치로 역행시는 교류를 직류로, 회생제동시는 직류를 교류로 변환하여 전차선에 역으로 전원을 되돌리는 장치로 직류구간에서는 사용할 필요가 없다.

PWM이란 출력파형의 반사이클 내에 다수의 펄스열을 만들고 그 펄스폭의 등가전압을 싸인과 모양으로 변환시켜 고주파가 적은 매끄러운 출력을 얻는 방식

IV. 고압보조회로 :

□ 개요 : 저항제어차의 경우 교직전환기(ADCm)의 (+)측인 501선에서 701선 및 703선에 인통되어 각 고압보조기기(SIV, CM, HV등)에 전원을 공급하여 동작시키고 교직전환기 (-)측으로 되돌아가는 500e선까지의 회로를 말한다. VVVF제어차는 주변환장치와 접선인 701선에서 시작하여 고압보조기기(SIV,CM: 단 CM은 SIV에서 나오는 교류 440V에 의해 구동된다)를 거쳐 500선까지의 회로를 말한다.

□ 인버터제어차 : 교류구간 운행시에는 주변환장치 콘바타에서 출력된 DC1500V의 전압이 정지형 인버터에 공급되며, 직류구간 운행시에는 전차선의 전압이 DC1500V가 직접 정지형 인버터에 전원을 공급한다.

1. 고압보조회로기기

가. 정지형 인버터(SIV) : DC900V ~ 1500V 변동전원을 받아 GTO 초과회로에 의해 안정된 DC전원을 공급받고 트랜지스터로 구성된 인버터회로에 공급하여 3상교류 440V로 변환시키는 장치

※ 저항제어차와 다른점 : TC차에 장착, 용량 및 정격출력 증대, IVHB는 제어 공기가 필요없이 동작되는 전자접촉기이고 주접촉부는 MCB와 같이 진공밸브내에서 투입, 차단작용이 이루어진다.

나. 전동공기압축기(CM)

다. 주변압기 송풍전동기(MTBM)

라. 주변압기유 펌프전동기(MTOM)

마. 주변환기 송풍전동기(CIBM)

바. 필터리액터 송풍전동기(FLBM) : DC구간 운전시에만 구동

사. 냉난방장치 : TC차 운전실에 설치된 냉난방절환스위치에 의해 제어

아. 전동기 전류계 : 역행 및 회생제동시 M'차 주변환장치 인버터 출력측 전류표시

2. 연장급전 회로 : T차에 연장급전용 접촉기(ESK)를 설치하여 고장유니트가 다른 유니트의 SIV출력을 수전할수 있도록 한 방식

V. 저압보조회로 및 출입문 개폐장치

2. 인버터제어차 : 정지형인버터의 교류 3상 440V의 출력을 받아 보조변압기에서 강압된 AC440V 전원과, 정류장치를 통한 DC100V(SIV정지시에는 축전지)를 전원으로 한다.

가. 출입문회로

나. 등회로 : 전조등, 객실등, 열차무선회로, 비상시조명 및 차내방송

다. 차내안내표시장치

라. 열차번호표시장치

마. 행선표시장치(정면 및 측면 자막식)

바. 방송 및 승무원 연락장치

사. IC음성재생장치

아. MELODY HORN(전자기적)

자. ATS장치

VI. 제동장치

1. 전기동차 제동장치 형식 : 저항제어차 : SELD형, VVVF 인버터 제어차 : HARD형

SELD형 제동장치는 전자직통제동과 발전제동을 병용 체결하는 제동장치이며 또한 자동제동장치도 첨가 설치하여 사용하고 있으며, HARD형 제동장치는 디지털 전기지령에 의한 공기제동과 전기회생제동을 일괄 교차제어하는 방식

2. SELD형 제동장치

가. 개요 : 전자직통제동에 발전제동과 공기제동을 주체의 제동으로 사용하고, 제동관의 감압에 의해 작용되는 자동공기제동은 디젤기관차 합병 운전시, 열차분리시, 차장변 사용시, ATS비상제동 지령에 의한 비상제동체결등 부수적인 제동기능을 수행한다. 또한 전자직통제동장치에 고장이 발생하였을 경우 응급운전용으로 사용하도록 순직통제동장치도 설치되어 있다.

※ 전기동차의 자동공기제동장치는 제동변핸들로는 비상제동만 체결할 수 있게 되어 있지만, 디젤기관차와 합병운전할 경우에 디젤기관차의 제동변으로 상용제동을 취급할 때 전기동차에도 자동상용제동이 체결된다.

나. 특징

- 1개의 핸들로 전자직통, 발전제동, 자동비상, 순직통제동 사용가능
- 전차량 전용 공기통 있어 충기시간 구애받지 않고 제동
- 신속한 제동(전기신호)
- 발전제동과 공기제동을 비교하여 서로보완
- 발전제동과 공기제동 전환시 충격없음
- 비상시 발전제동 추가하여 제동효과 높여줌
- 전자직통과 자동공기제동 동시작용시 제동력 큰쪽이 적용
- 응하중장치
- 전자직통의 단점(분리시 정지안되는 경우)보완위해 제동관과 자동제동부를 설치하여 제동관 공기 일정압력이하 되면 역행차단
- 전자직통 고장시 순직통운전 가능

다. 제동장치의 구조와 작용

○ ME3AK제동변 : 제동변 핸들을 삽입하고 이것은 조작하는데 따라 제동을 체결하거나 완해하는 변, 완해위치(0°), 셀프랩(15°-80°), 비상제동위치(135°), 핸들취거위치(160°)가 있다

◇ 구조 : 전기부와 공기부로 대별할 수 있으며 공기부는 셀프랩 기구, 제동관개폐변, 비상토출변으로 되어있다.

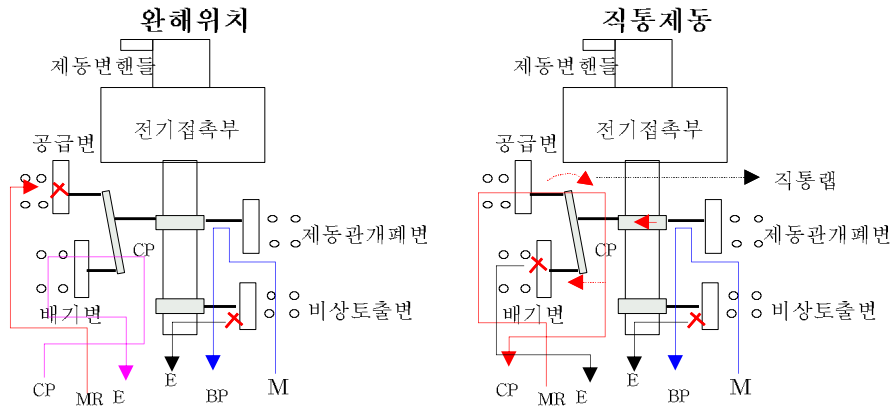
전기부 : 핸들조작에 의하여 캠축에 취부되어 있는 캠을 회전시켜 각 전기회로를 개폐(캠1-속도기록회로, 캠2-발전제동회로, 비상전자변회로, 보조제어회로, 캠3-선두차계전기회로, ATS확인회로, 캠4-ATS복귀회로, CN-1전자직통제어회로)

◇ 작용

- 완해위치 : 공급변 막혀 주공기의 제어실유입 막음, 배기변으로 제어실압력공기 배

출, M형 조정변으로부터의 공기 전차량 제동관에 충기, 비상토출변 막힘

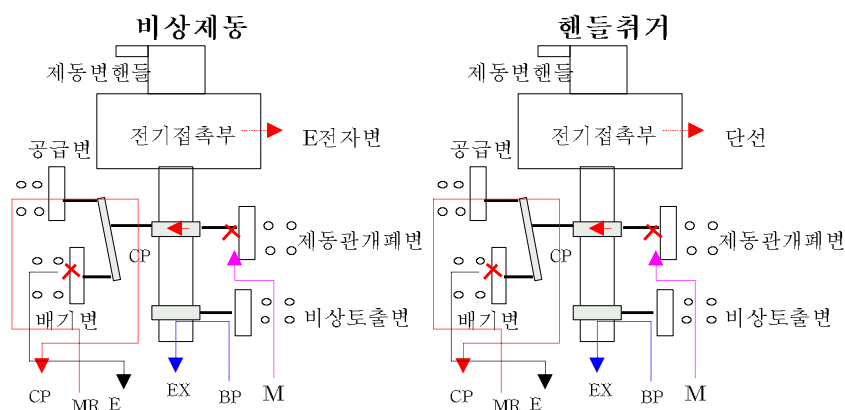
- 직통제동 : 균형레바 좌측이동 배기변 압축(제어실배기구 막음), 공급변 떨어져 주공기가 제어실 및 제어관에 공급하며 CN-1전자직통제어기에 제어압력 보낸다, 제동관개폐변과 비상토출변은 완해위치와 같은 위치



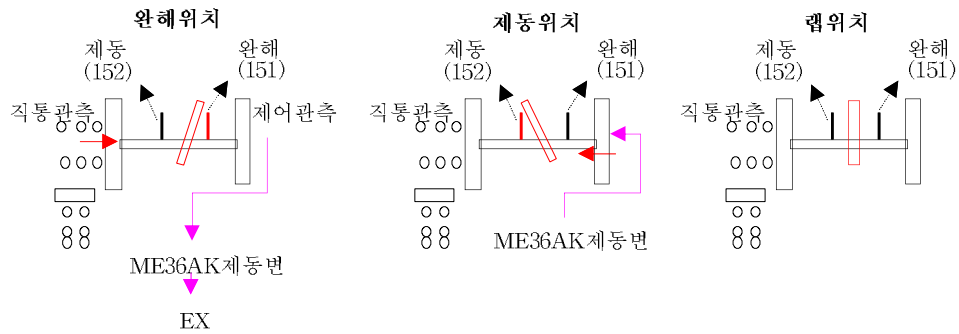
- 직통랩 : 제어실압력증가로 균형피스톤 밀어 좌측이동, 균형레바가 시계방향이동하면서 공급변 막음(주공기 유입막음), 자동랩위치

- 비상제동위치 : 핸들각도 135°로 제동관개폐변 차단, 비상토출변캠에 의해 제동관공기 비상토출변으로 급속히 배출, 전기접촉부의 E전자변 여자 제동관 공기 배출, 만약 M60제어변이 고장이거나 작용이 신속하지 못한경우는 비상제동위치에서도 직통제동으로 제동이 체결된다, 또 ATS가 동작되어 확인취급이 되지 않을 경우 비상제동이 체결되지만 ATS를 복귀시킬때는 제동변을 비상위치에 두고 복귀

- 핸들취거 : 비상제동이 체결된 상태지만 전기접촉부는 전부 단선, 제동관 개폐변이 차단되어 제동관공기는 공급되지 않으므로 M60제어변의 작용에 의한 제동작용은 완해되지 않음, 그러므로 운전실 교환시 제동이 체결된 안전한 상태에서 이동할 수 있다.



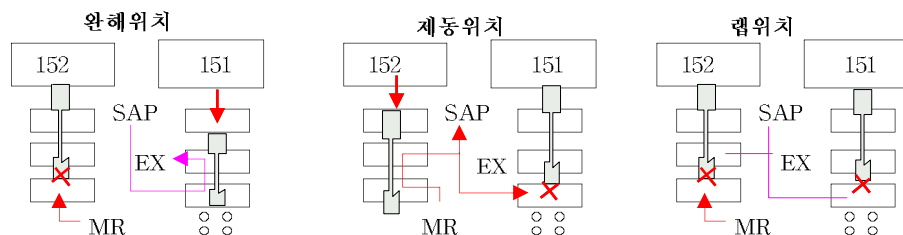
○ CN-1전자직통제어기 : 제동변에 연결되어 있는 제어관의 압력변화에 따라서 각 차량의 완해 및 제동전자변을 동작시켜 직통관압력을 제어하는 기기, 운전실 제어대 하단에 설치되어 있고, 전기배선은 전원선(150), 완해(151), 제동(152)의 3선이 있다.



- 완해위치 : 제동변 완해위치에서 제어관의 공기가 배기변을 통해 배출되면 작용봉은 완해전자변 여자(직통관공기 완해전자변을 통해 대기 배출), 신속완해역지변은 제동완해시 직통관실의 공기를 신속히 배출시키는 역할
- 제동위치 : 제어관의 압력 형성되어 제어관측 막판에 공급되어 좌측으로 이동되면서 제동전자변 여자(주공기가 직통관에 유입)
- 랩위치 : 제동작용에 의해 직통관 공기의 유입으로 제어관 공기압력과 등압을 이루는 위치(직통관 압력은 완충스프링 압축으로 제어관측 보다 $0.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 낮은 상태에서 랩

○ 완해전자변 및 제동전자변 : CN-1전자직통제어기의 전기접점 개폐에 따라 여자 또는 무여자되므로써 직통관의 압력공기를 배기하거나 충기한다. 각차량의 CKIT, CKIM 제동제어반의 좌우에 병렬로 취부되어 있다.

- 완해위치 : 완해전자변 여자되어 직통관 공기 대기 배출, 제동전자변 무여자로 주공기관과 직통관의 통로 차단
- 제동위치 : 제동전자변 여자 직통관으로 주공기 유입
- 랩위치 : 완해 및 제동전자변 무여자로 직통관은 일정압력 유지



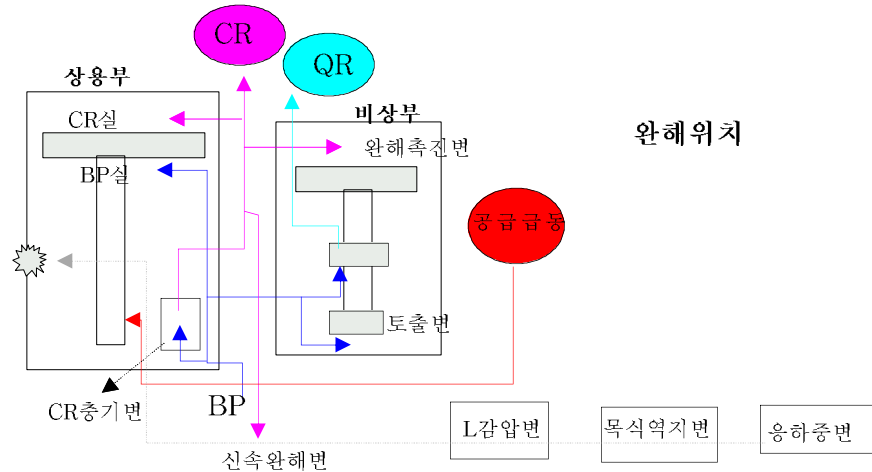
○ 체절전자변 및 억압변 : 일체로 동작하여 발전제동이 유효하게 작용하고 있을 때 공기압력을 억압하는 변으로 초입작용과 후입작용이 있다.

- 초입작용 : 발전제동중에는 공기제동을 억압하나 공기제동으로 전환 필요시 즉시 공기제동이 작용할수 있도록 제륜자를 답면에 가볍게 눌러 두는 $0.4\text{kg}/\text{cm}^2$ 정도의 압력공기만을 공급하는 작용
- 후입작용 : 최대의 발전제동력(헨들각도 67°)이상의 제동력 요구시 발전제동력 부족분을 공기제동으로 보충하는 작용

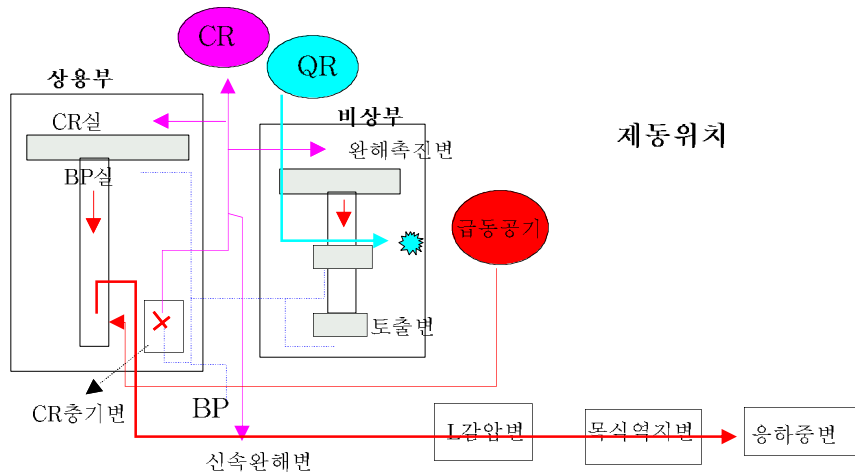
○ M60제어변 : 자동공기제동을 사용할 때 제동관압력의 변화에 따라 BP, CR, BC압

력에 의한 제동 및 완해작용을 하는 제어변

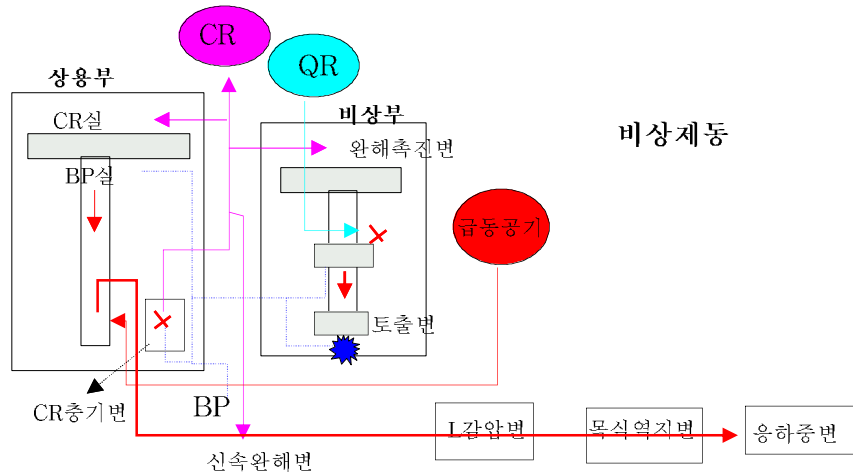
- 완해위치 : 응하중변의 작용공기 대기배출, 제동관공기로부터 급동공기, 제어공기 충전, 공급공기 대기위치



- 자동상용제동위치 : 제동관 압력 강하로 막판변은 제어공기 압력에 의해 하강되어 배기변 닫고 공급공기를 응하중변으로 송기하여 제동체결, 제어공기의 충기를 막고 급동공기는 제동관 감압량 만큼 대기로 배출된다.



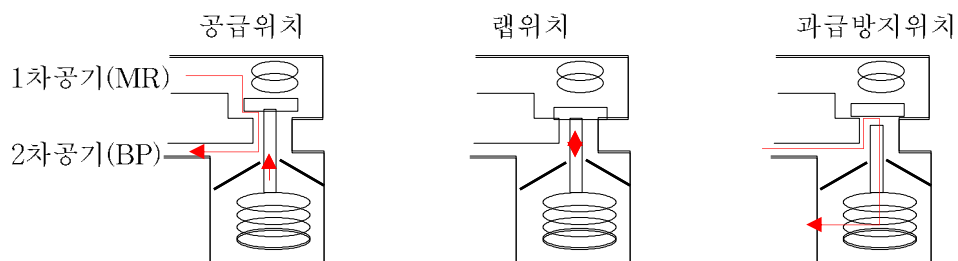
- 비상제동 : 제동관 압력의 급강하로 상용부는 동일한 작용을 하나 비상부는 급동공기의 힘으로 비상피스톤이 하강하여 도출변을 열어 제동관 공기를 급속히 배출한다. 도출공은 막혀 급동공기의 배출을 막아 비상효과를 높인다.



○ 응하중변 : 직통제동, 자동제동 및 응하중변에 의해 작용하는 기기로 CKIT, CKIM 제동제어반에 취부, 직통제동의 경우 직통관의 압력공기가, 자동제동의 경우 M60제어변의 주공기가 작용공기실에 충기하고 응하중변은 측중변의 하중 상당 압력공기의 지령을 받아 이를 조합하여 제동통에 압력공기를 송기하는 변

○ 복식역지변 : 2개의 공급공기를 그 압력차에 의하여 전환하는 변, 즉 직통관과 자동제동관의 공기중 압력이 높은쪽의 공기를 응하중변 작용공기실에 공급하고, 양측의 압력이 동일할때는 먼저 작용한 쪽으로 통로를 열어준다.

○ M형 압력조정변 : 2차공기압력(제동관)이 조정스프링 압력(5kg/cm²)보다 낮아지면 공급변은 막판부 조정스프링에 의해 상승되어 공급위치를 취한다. 따라서 1차공기(주공기)는 공급변을 통해 제동관에 충기된다. 제동관 압력이 조정치에 도달하면 막판 상부의 공기압력이 조정스프링을 누르고 공급변을 닫아 램위치가 된다. 공급변의 닫힘이 지연되거나 오물등의 원인으로 제동관 압력이 조정치보다 높아지면 막판은 조정스프링을 압축하고 하강하면 배기구가 열려 과급된 제동관 압력은 배기된다.



○ L제동 압력조정변 : 비상제동 작용시 M제어변에서 공급되는 자동제동관 압력공기를 4.5kg/cm²로 제한하기 위하여 설치한 조정변

○ E전자급배변 : 제동변 핸들 비상위치시, 차장변 동작 및 ATS에 의한 비상제동 지령시 제동관공기를 비상토출하는 변으로 M차 차상하 제동관에 취부됨

○ 신속완해변 : M60제어변의 제어공기를 배출시켜 제동을 완해하는 변으로 CKIT, CKIM제동제어반에 제어공기통과 직결되어 취부

○ 차장변 : 비상제동시 사용하는 기기로 제동관 압력공기를 대기로 배출함과 동시에 전기접점을 폐로하여 E전자급배변에 전기지령을 보내는 작용

○ 측중변 : 승객의 증감에 따른 하중의 대소차를 공기압력으로 변환하여 응하중변에 지령을 보내는 변

○ 기압스위치 : 제동관의 압력변화에 따라 제어회로를 개폐하는 보안장치로서 M차의 상향 APR함내에 있다.

○ 기압저항기 : 직통관의 압력공기에 의하여 제어되는 가변저항기, 한류계전기 가감코일과 직렬로 연결되어 저항치 변화에 따라 발전제동력을 제어한다. 즉, 공기제동력에 상응한 발전제동력을 조정하는 저항기로 M차에 있다.

○ 응하중 가변저항기 : 측중변작용에 의해 제어되는 가변저항기

○ C-1중계변 : 전자직통제동 불능시 TC차에 설치된 C-1중계변에 의해 각차량의 직통관에 압력공기를 공급하는 응급수단용 제동작용을 하는 기기, 전자직통제동불능시 기관사제어대 하단의 3개의 콕크를 취급 제어공기의 통로를 CN-1전자직통제어기에서 C-1중계변으로 절환한다. 제동위치에서 제어관 공기가 C-1중계변 막판하부에 충기되어 변봉을 상승시키면 배기변은 닫히고 공급변을 열어준다. 따라서 주공기는 공급변을 거쳐 직통관으로 공급 TC차에 가까운 쪽으로부터 제동이 체결된다. 제동완해시는 제어관 압력이 배출됨에 따라 배기변은 변좌에서 떨어져 직통관의 공기는 TC차 가까운 쪽부터 배출되어 제동이 완해된다.

○ 무화회송장치 : 제동관과 주공기관을 연결하는 관에 차단토출변 및 역지변으로 구성되어 각 차량에 취부되어 있다.

○ 공기통

- 주공기통 : 공기압축기가 있는 M차에 2개 있다 - 압축된 압력공기를 저장하여 각 기기 및 각 차량의 공기통에 송기해 준다.

- 공급공기통 : 각차량에 1개씩 있으며, 응하중변 및 제동통등에 압력공기 공급

- 제어공기통 : 각 차량에 1개씩으로 주공기관에서 M형압력조정변을 통해 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 압력공기가 저장하여 각 제어회로 기기에 공급한다.

- 제어 및 급동공기통 : 자동제동적용시 M60제어변의 동작에 의해 제동작용을 한다,

충기는 제동관공기로 하며 압력은 5kg/cm²

○ 순직통 제동작용 : EBN이 계속 차단되거나, CN-1전자직통제어기 고장시 또는 제동전자변이나 완해전자변이 불량으로 전자직통제동이 불능시는 운전실 제어대 하단에 있는 3개의 콕크(일명 上 下 中콕크)를 취급하면 즉 上콕크는 CN-1전자직통제어기와 직통관을 차단하고(전자직통제동시에는 개방), 下콕크는 제어관 공기의 흐름을 CN-1전자직통제어기에서 C-1중계변으로 전환하고, 中콕크는 C-1중계변과 직통관을 관통시키면 응급수단의 제동작용을 할 수 있다. 제동변 핸들각도에 따른 제어관압력이 C-1중계변에 작용하면 직통관공기는 TC차 가까운 쪽부터 순차적으로 공급되어 제동작용을 하며 제동완해시 직통관 공기는 C-1중계변 배기구를 통해 배출된다. 순직통제동 취급시 제동 및 완해 작용은 전자직통제동보다 소요시간이 길게 되므로 주의를 요한다.

○ 무화회송시 제동작용

- 타기관차 연결시 : 타 기관차를 연결하여 제동관이 관통된 상태에서 전동차의 각 차량에 설치된 무화회송장치 차단토출변을 1개이상 개변하면 제동관공기가 주공기통관을 거쳐 각 차의 공급공기통에 충기된다. 견인기관차에서 자동제동을 체결하면 M60제어변의 동작으로 응하중변에 자동제동관 공기가 유입하면 공급공기통의 공기가 제동통으로 충기되므로 제동이 체결된다. 견인기관차에서 비상제동체결시에는 M60제어변도 비상위치를 취하므로 비상제동이 체결된다.

- 저항제어차 전기동차 연결시 : 저항제어 전기동차를 연결하여 무화회송시 밀착연결기의 주공기관, 제동관 및 2개의 직통관 마개를 제거하고 연결한 후 차단변을 개변하면 주공기관, 제동관 및 직통관은 관통된다. 견인기에서 전자직통제동을 체결하면 직통관의 공기가 견인 전기동차 가까운 차량쪽부터 순차적으로 공급되어 제동작용을 한다. 즉 무화회송차량에는 순직통제동이 체결된다.