

# 제4장 궤도회로장치

## (Track Circuit)

### 정의

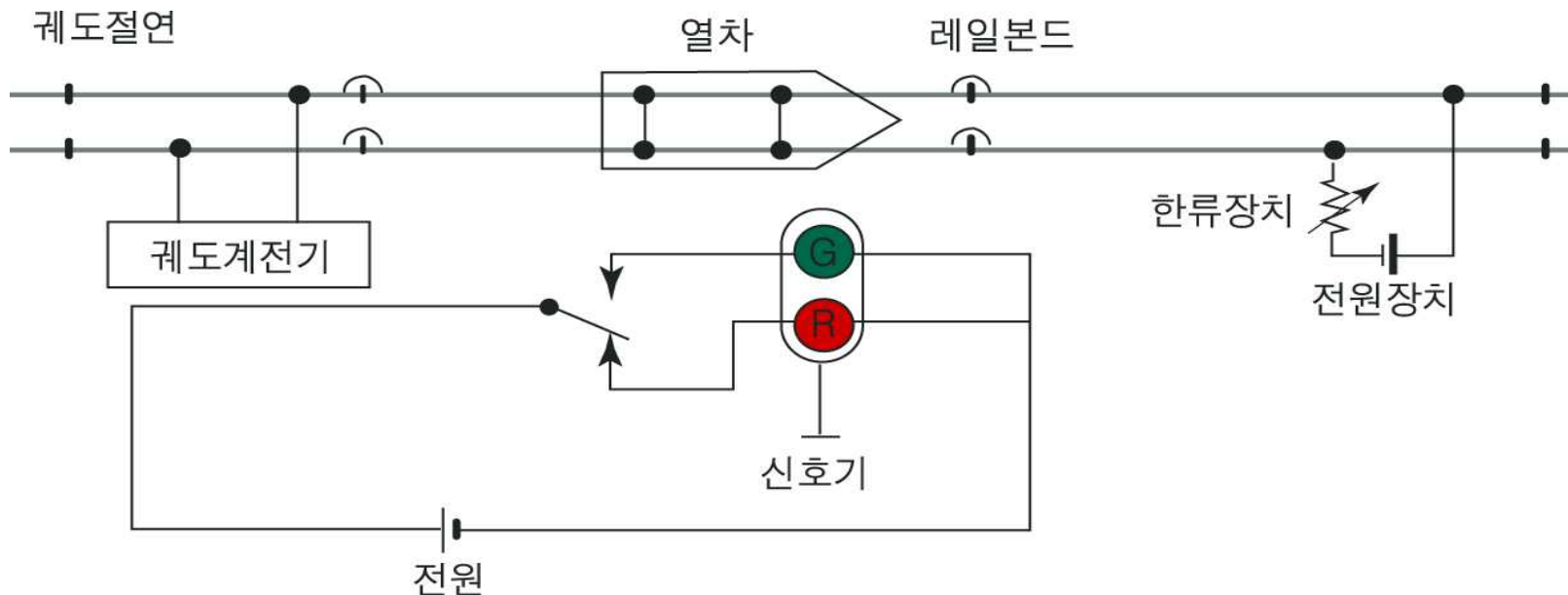
- 레일을 전기회로의 일부로 사용하여 궤도회로를 구성하고 열차의 차축에 의해 양쪽 레일을 단락함에 따라 열차의 유·무를 검지하는 전기회로이며.
- 신호기, 선로전환기, 연동장치 등을 제어할 목적으로 설치하는 중요한 설비임.

### 기원

- 1869년 미국의 윌리엄 로빈슨이 발명함 (개전로식)
- 1872년부터는 폐전로식으로 개량하여 사용중임.

### 원리

- 인접 궤도회로와 전기적으로 구분하기 위해 경계 이음매부에 **궤조절연**을 설치함.
- 레일이음매 개소에 접속 저항을 적게 하기 위하여 **레일본드**로 접속
- 송전 측에는 **전원장치(정류기, 축전지)**를 설치하고 착전 측에는 **궤도계전기**를 설치한후 **점퍼선**으로 레일과 연결하고, 송전 점퍼선 -측에 설치한 **저항자**에 의해 단자전압 조정과 과전류를 제한하는 전기회로를 구성함.



궤도회로도의 원리

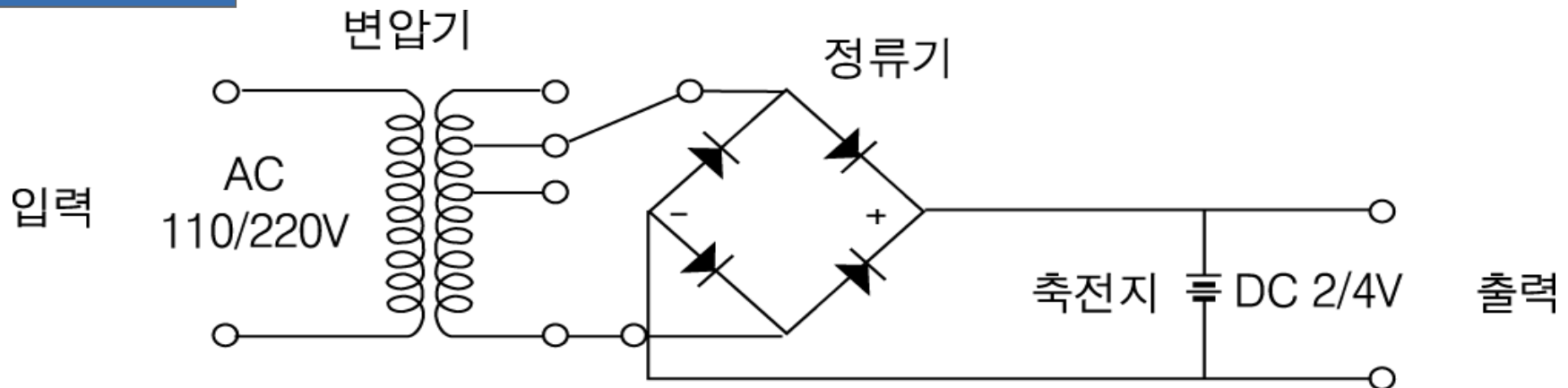
## 구성기기

- 궤도회로 구성기기 : 전원장치, 한류장치, 궤조절연, 레일본드, 점퍼선, 궤도계전기.

### 1. 전원장치 (power supply equipment)

- 전원장치는 각 궤도회로마다 설치하며
  - = 직류 궤도회로 : 정류기(교류를 직류로 변환) 축전지(정전시 궤도회로 기능 유지)  
궤도송신기
  - = 교류 궤도회로 : 궤도변압기, 주파수변환기, 송신기 등

#### 부동식 충전방식



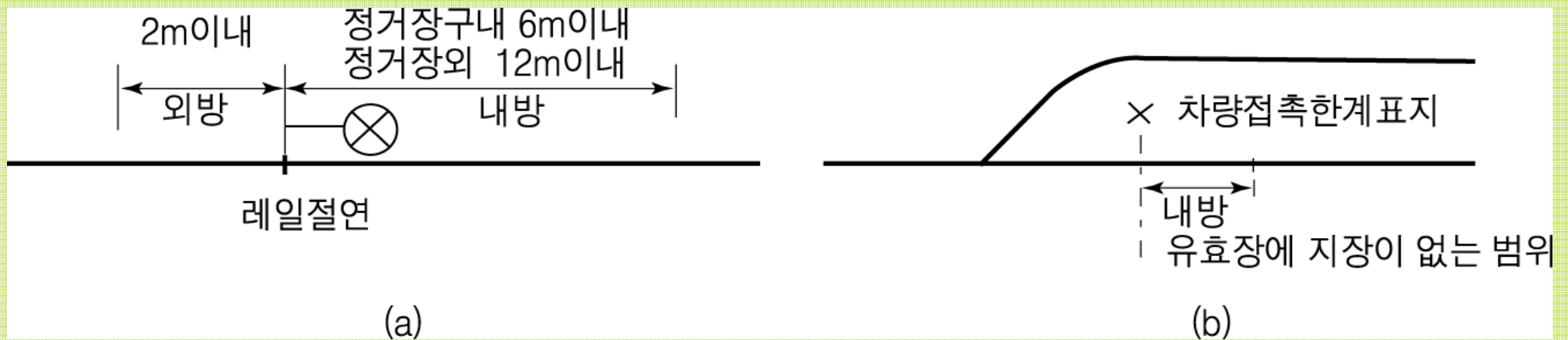
### 2. 한류장치 (current limiting equipment)

- 궤도회로가 단락 되었을때 전원장치에 과전류가 흐르는 것을 제한하여 기기를 보호하고 착전 전압을 조정함.
  - 착전전압 조정 : 맑은날 기준 정격전압의 1,1~1,3배
  - 궤도계전기 정격전압 1,42V 일때 1,56~1,85V로 조정
- 한류장치는 직류궤도회로 : 저항기,  
교류궤도회로 : 저항 또는 리액터를 사용함.

- 궤도저항자(Track resistor) : 궤도회로에 흐르는 과전류를 제한하여 기기를 보호하고 착전 전압을 조절함
- 궤도리액터(Track reactor) : 교류궤도회로의 송전측에 접속하여 전류를 조절함

## 3. 궤조절연 (rail insulation)

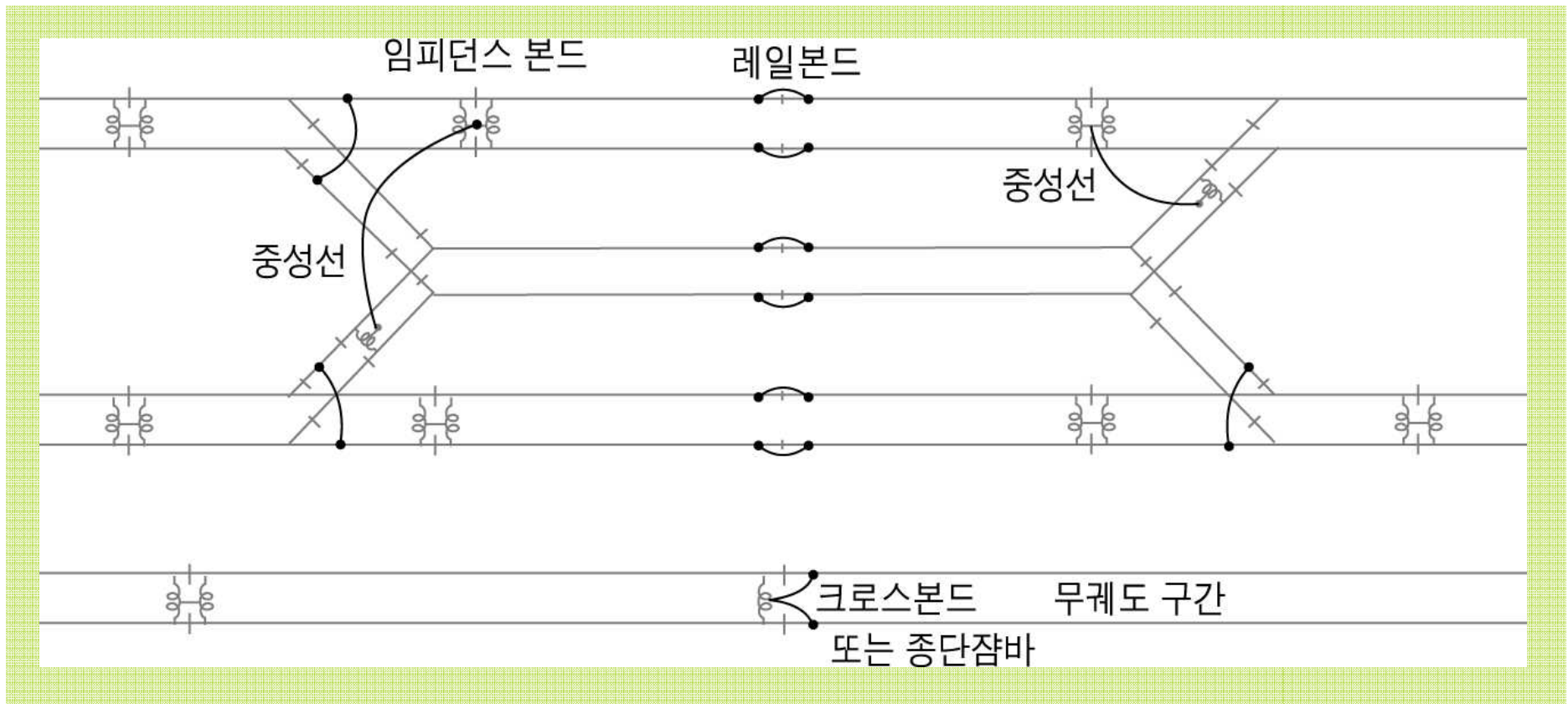
- 인접 궤도회로와 전기적으로 절연하기 위해 설치함.
- 궤조절연은 신호기 및 차량접촉 한계표지 위치와 일치하여야 하나 건축한계, 레일길이 등으로 신호기와 일치하기 곤란한 경우도 있음.
- 신호기 등의 경우 신호기의 내방은 정거장내에서는 6[m], 정거장외에서는 12[m]이내, 외방은 2[m]이내에 절연을 설치함.



궤조절연의 설치 위치

## 4. 레일본드 (Rail Bond)

- 레일 이음매부에는 볼트로 체결되어 접촉 저항이 커서 전류가 잘 흐르지 못함
- 레일 이음매부의 전기저항을 적게 해서 신호전류와 전차선 귀선전류가 잘 흐르도록 전선 등의 도체로 연결함.



본드 설치도

### 본드류의 사용 구분

- 전철구간에서는 레일에 수백(A)의 귀선전류 잘 흐르게 하기 위하여 단면적이 큰 레일본드를 사용함. 그 밖의 구간에서도 궤도회로의 특성에 맞는 단면적의 레일본드를 사용함.
- 전차선 귀선로의 저항을 감소시키기 위해 좌우 레일 또는 인접 궤도회로와의 사이를 접속시키는 크로스본드도 사용함.

구분		레일본드	신호본드	크로스본드	귀선잠바	신호잠바	첨단잠바
직류 전철	AF궤도회로	55mm <sup>2</sup> ×2	55mm <sup>2</sup> ×2	115mm <sup>2</sup> ×2	115mm <sup>2</sup> ×2	55mm <sup>2</sup> ×2	55mm <sup>2</sup> ×2
	귀선측	55mm <sup>2</sup>	55mm <sup>2</sup> ×2	115mm <sup>2</sup> ×2	115mm <sup>2</sup> ×2	-	-
교류 전철	고전압임펄스 궤도회로	22mm <sup>2</sup> ×2	-	80mm <sup>2</sup> ×2	80mm <sup>2</sup> ×2	-	22mm <sup>2</sup> ×2
	AF궤도회로	22mm <sup>2</sup> ×2	-	80mm <sup>2</sup> ×2	80mm <sup>2</sup> ×2	-	22mm <sup>2</sup> ×2
	귀선측	22mm <sup>2</sup> ×1	-	80mm <sup>2</sup> ×2	80mm <sup>2</sup> ×2	-	-
비전철	직류궤도 직류바이어스	-	22mm <sup>2</sup> ×2	-	-	22mm <sup>2</sup> ×2	22mm <sup>2</sup> ×2
	AF궤도회로	22mm <sup>2</sup> ×2	22mm <sup>2</sup> ×2	-	-	22mm <sup>2</sup> ×2	22mm <sup>2</sup> ×2

### 본드류의 구분

### 5. 점퍼선 (Jumper Wire)

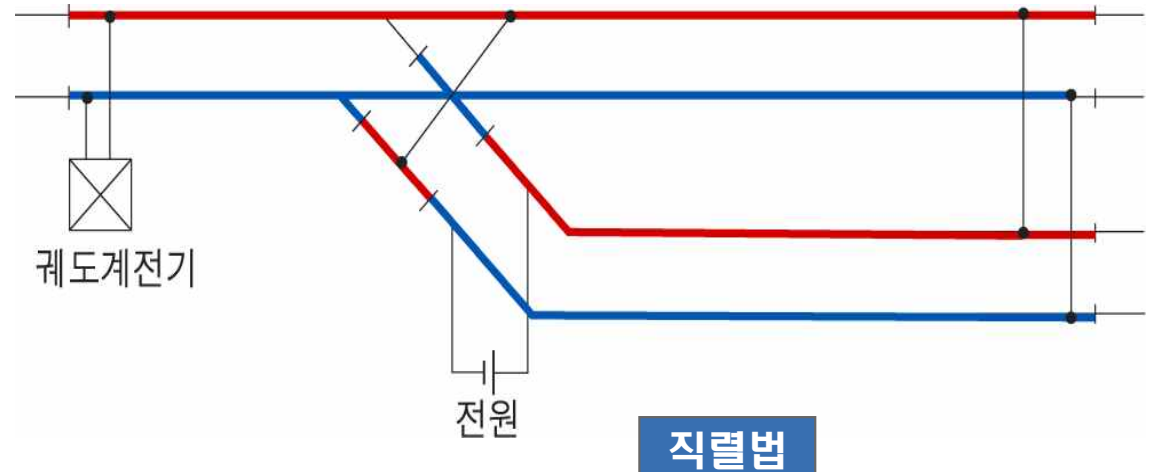
- 궤도회로의 어느 한쪽으로 부터 떨어진 같은 극성의 궤도 상호간 또는 궤도회로 기기와 접속시키는 전선.

### 내 용

- 분기기를 포함하는 궤도회로는 회로구성 방법에 따라 직렬법, 병렬법, 직·병렬법으로 분류하며, 직렬법이 병렬법과 직·병렬법에 비하여 사구간이 없게 되어 안전도가 높음.

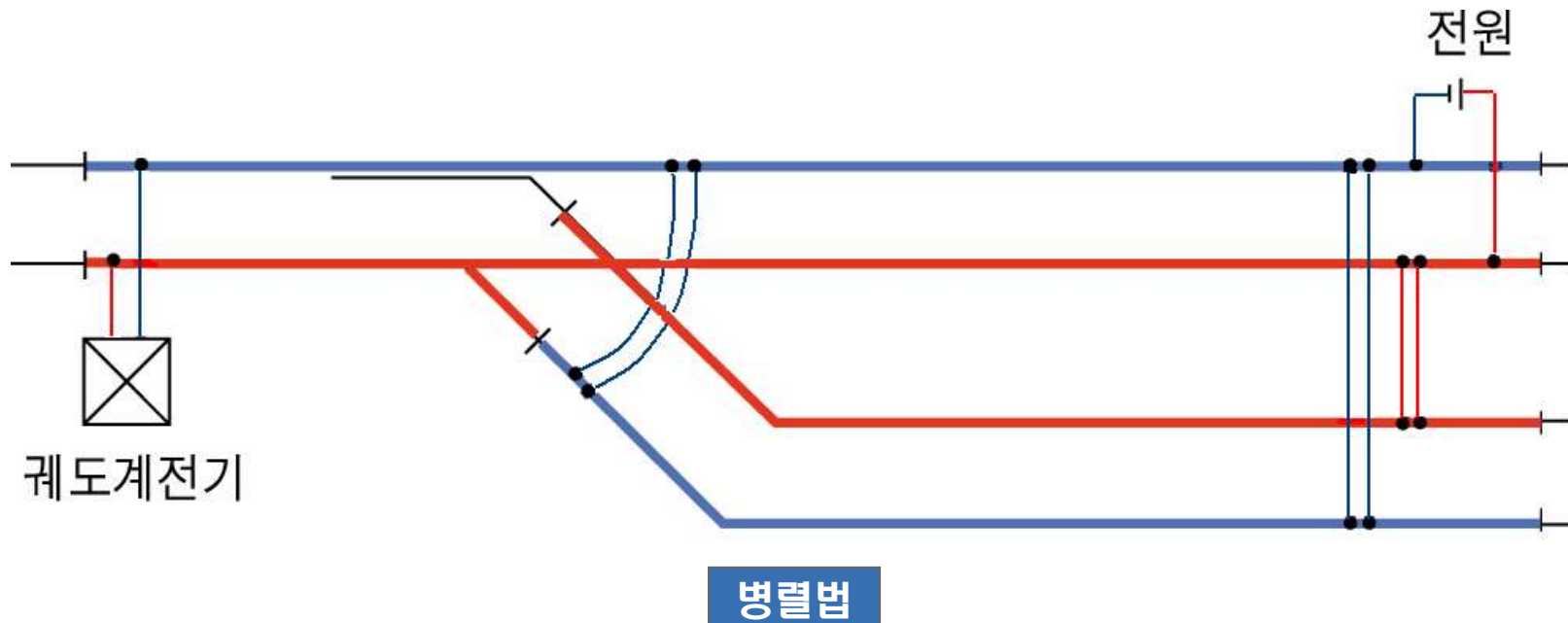
### 직렬법

- 직렬로 연결할 수 없는 분기기의 크로싱부분과 중간구간을 제외하며 레일 절손검지가 용이하여 안전도가 높으나 궤도회로가 길어짐



## 병렬법

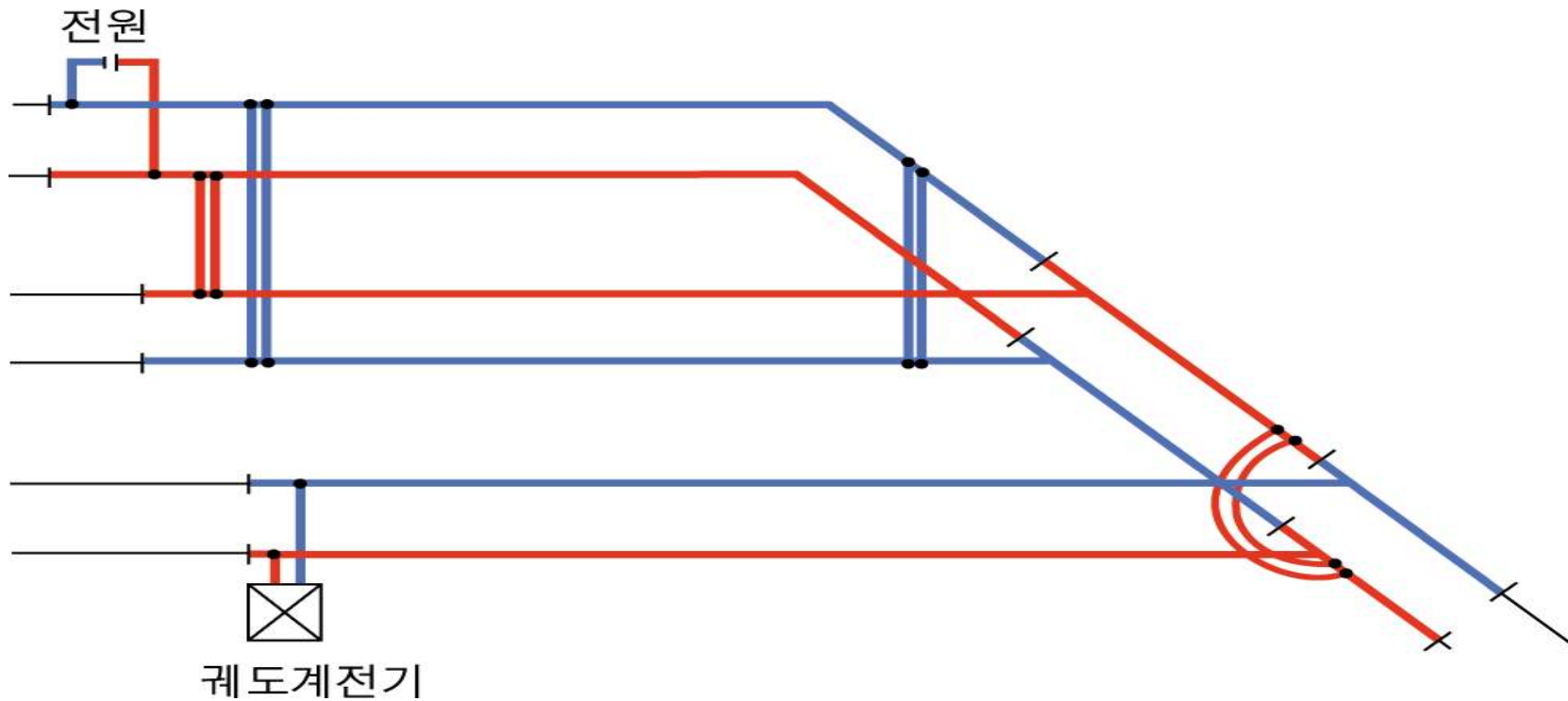
- 분기기를 포함하는 궤도회로의 분기선로인 병렬 구간은 점퍼선을 이용하여 기준선로의 주 궤도회로에 병렬로 연결함.
- 궤도회로의 길이가 짧은 장점은 있으나 병렬구간에서 절손된 레일을 검지하지 못하거나 병렬부분 점퍼선이 단선되면 열차검지를 할 수 없어 직렬법에 비하여 안전도가 낮음.



병렬법

### 직·병렬법

- 정거장 구내에서 분기기가 많이 밀집되어 있는 개소에 사용하며 직렬법과 병렬법을 혼용한 궤도회로 구성 방법임.



### 직·병렬법

### 6. 궤도계전기 (track relay)

- 궤도회로내에 열차 또는 차량의 유·무를 최종적으로 나타내는 기기임.
- 궤도 계전기의 동작에 의해 신호 현시를 변경시키거나 열차 통과중에 선로전환기를 전환할 수 없도록 설정하는 조건을 주는 등 중요한 역할을 함.

### 성능

- 동작이 확실할 것.
- 다른 전기회로의 영향을 받지 않을 것.
- 제어구간의 길이가 길고 소비 전력이 적을 것.

### 종류

- 사용하는 전원에 따라 직류형과 교류형 궤도계전기로 분류하며, 직류형은 바이어스 및 무극과 유극 궤도계전기, 교류형은 1원형 및 2원형 궤도계전기로 분류함.

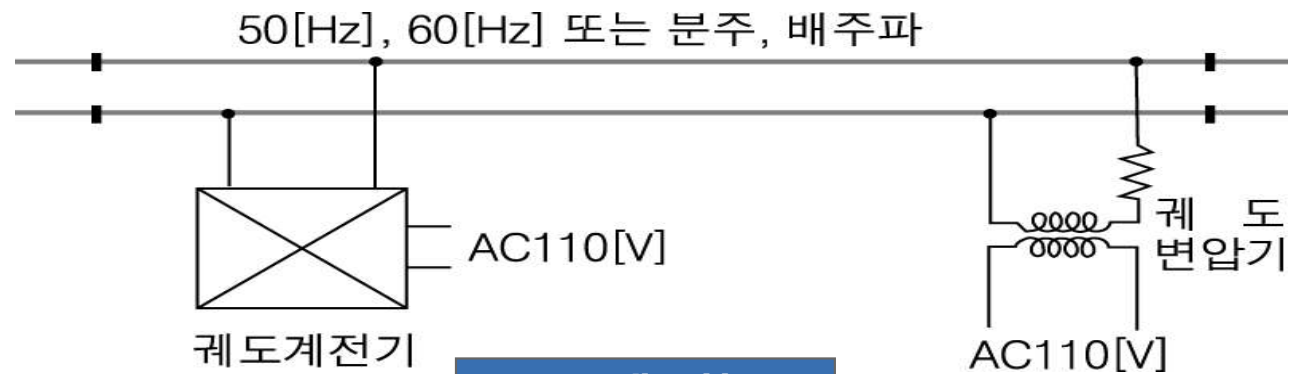
## 4.4.1 전원에 의한 분류

### 1. 직류 궤도회로

- 직류 전원을 궤도회로에 공급하며 직류 바이어스 궤도계전기를 사용함,
- 전원장치의 정류기와 축전지는 **부동식(浮動式) 충전(Floating Charge)**을 사용함.

### 2. 교류 궤도회로

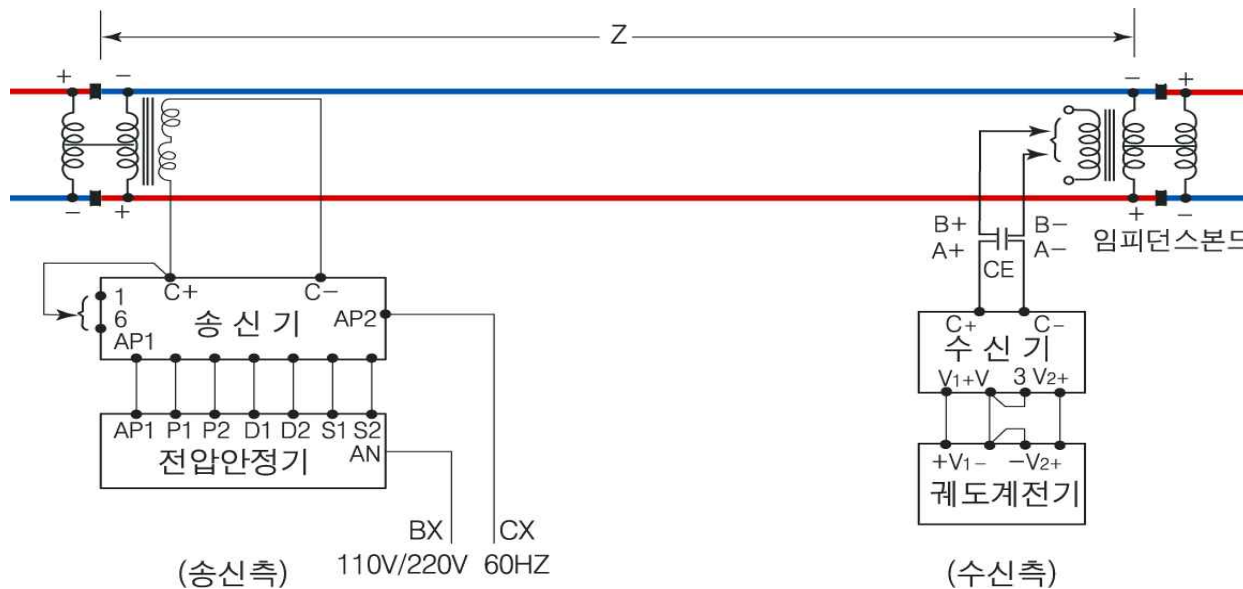
- 교류 전원을 궤도회로에 공급하며 교류 1원형 또는 2원형 궤도계전기를 사용하며.
- 사용 주파수에 따라 50[Hz], 60[Hz] 사용 : 상용 주파수궤도회로, 25[Hz], 30[Hz] 사용 : 분주 궤도회로, 100[Hz], 120[Hz] 사용 : 배주 궤도회로 등으로 구분함.
- 특징 ; 가동 부분이나 전자 소자가 없으므로 수명이 길고 신뢰성이 높으며 제어 구간이 길고 보수가 간편함.



교류 궤도회로

## 1) 고전압 임펄스 궤도회로 (High Voltage Impulse Track Circuit)

- 교류 25,000[V] 전철구간에 주로 사용하며. 복궤조 궤도회로에서 전차선 **귀선전류**는 레일을 통하여 변전소로 흘러 보내고 궤도회로용 신호전류는 임피던스본드에서 차단하여 궤도회로 기능을 하는 궤도회로임.
- DC임펄스를 사용하므로 송·수신거리에 따른 전압강하가 거의 없음.
- 궤도회로의 소비전력이 50 ~ 60[VA] 정도로 적으며 우천시에도 자갈누설 저항의 변화가 적어 **안정성이 우수하고 장애 발생시 고장 지점 발견이나 부품의 교환 용이.**



고전압 임펄스 궤도회로

**귀선 :**

- 전차선로의 전류 ; 변전소로부터 급전선을 통하여 전차선에 흘러 전기차의 팬터그래프에 집전되어 차내의 전동기를 회전시킨 후 차륜을 거쳐 레일로 흘러 변전소로 되돌아 감. 전기차에 공급된 운전용 전력을 변전소로 되돌려 흘리는 도체를 귀선이라 함
- 이를 지지하는 공작물을 귀선로라고 하며 레일을 귀선으로 사용

## 전압안정기

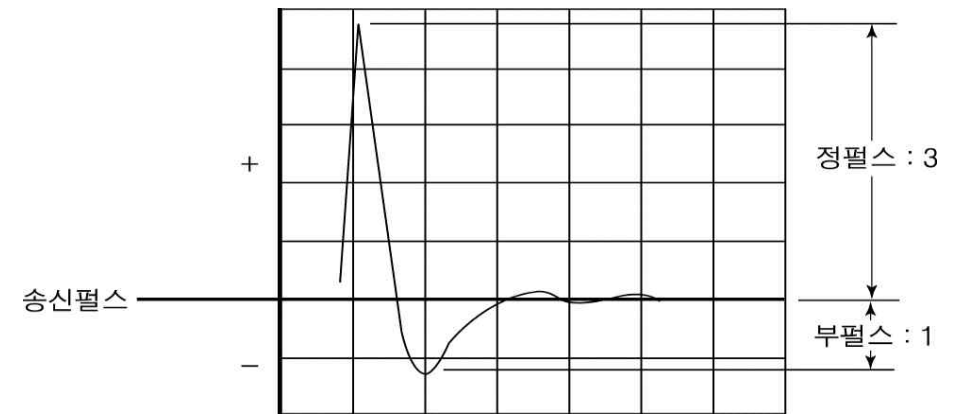
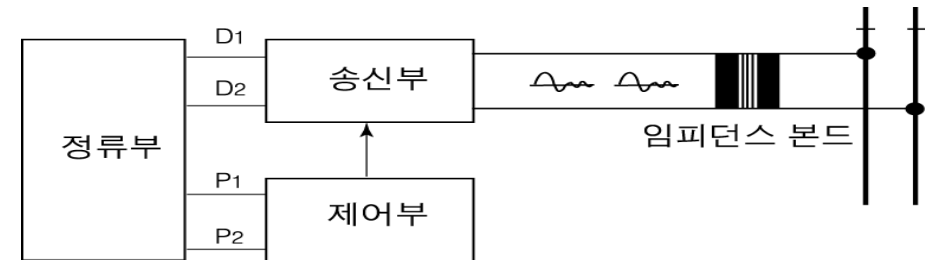
- 송신기에 AC전원을 안정되게 공급하기 위한 기기임.
- AC 220[V] 사용 ; 입력 전압 변동시 출력전압 변동은 표와 같음.

입력전압[AC]	출력 P1, P2 단자전압	출력 D1, D2 단자전압
90~120[V]	40~60[V]	400~600[V]
200~230[V]		

출력 전압변동

## 송신기

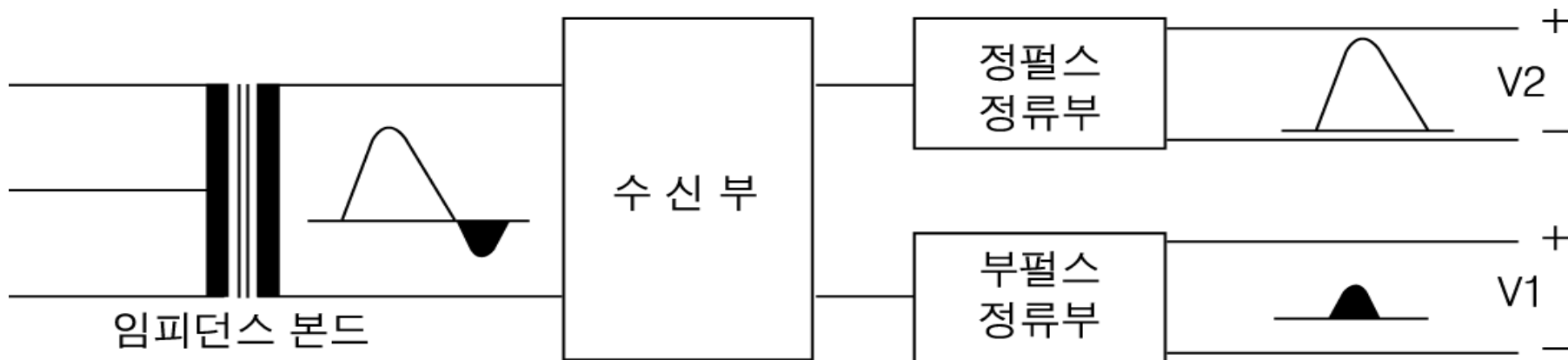
- 정류부, 송신부, 제어부로 구성
  - 정류부는 송신부, 제어부에 정격 DC전원을 공급하는 기기임.
- 송신부는 제어부의 R.C충전 및 방전회로 동작에 의해 일정한 간격 즉 180펄스/분  $\pm 5\%$ 로 동작. 펄스를 만들어 임피던스 본드를 통해서 정펄스와 부펄스가 3:1로 구성되는 비대칭파형의 임펄스를 궤도로 송신함.



송신기 및 임펄스 파형

## 수신기

- 수신된 비대칭 파형의 임펄스는 궤도계전기를 동작시키기 위한 적정 비율의 파형인 V1 및 V2로 나타남.
- 인접 궤도회로와의 송·수신 파형은 상호 반대가 되도록 접속되기 때문에 궤조절연이 파괴 될 경우 정·부펄스가 대칭이 되어 궤도계전기는 낙하함.



수신기 구성도

### 임피던스 본드

- 전차선의 귀선전류를 흐르게 하고 인접 궤도회로에는 신호전류의 흐름을 차단함.
- 인출 단자의 탭을 조정하여 송수신 임펄스 전압을 조정 ; 임피던스본드에 흐르는 전차선 귀선전류의 허용범위는 평상시 200[A], 피크시 800[A]임.

### 궤도계전기

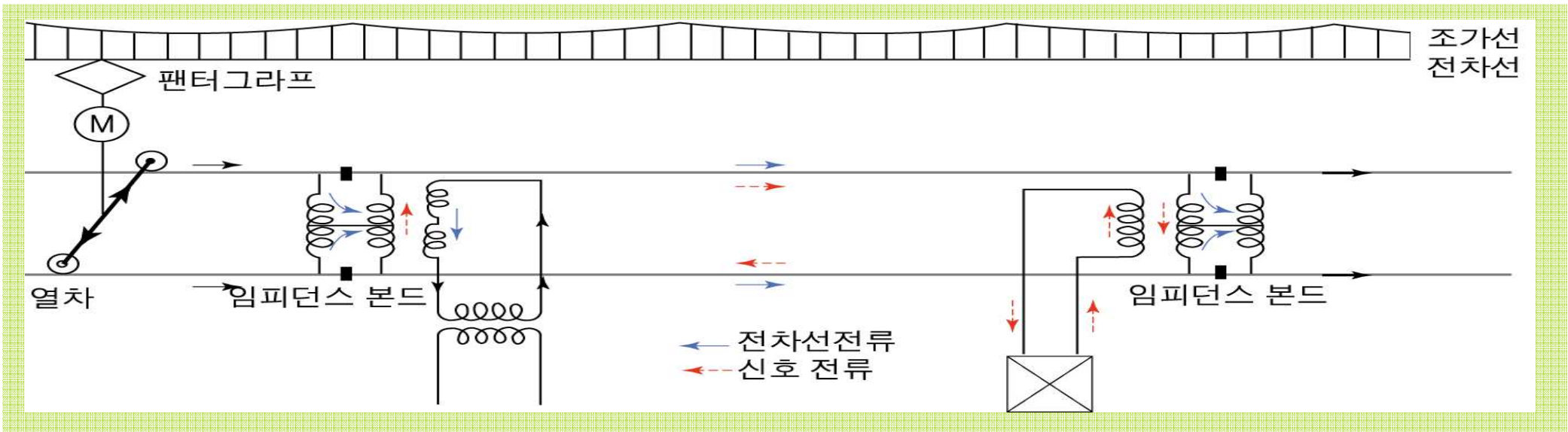
- 동작에 필요한 직류 전원을 공급하는 수신기에 연결되어 충분한 진폭 및 정확한 비 대칭파를 가진 펄스인가를 확인하여 동작함.

권선저항[Ω ± 10%]		최소동작전류[mA]		최소낙하전류[mA]		낙하시간[ms]	접점수	궤도회로 길이[M]
V1	V2	V1	V2	V1	V2			
6,700	24,000	3.0 이하	1.2 이하	1.2 이상	0.5 이상	500 미만	4B4F	18~1,000

### 궤도계전기 특성

### 임피던스 본드 원리

- 전철구간에서는 전차선의 귀선전류와 신호전류가 동일 궤도를 공용한 전기회로로 구성
- 신호전류는 1개의 궤도회로에만 흘러야하고 귀선전류는 변전소까지 연속적으로 회로가 구성되어 있어야 하므로 신호전류를 차단시키고 귀선전류를 흐르게 하는 임피던스본드를 복궤조 궤도회로의 경계점에 설치함.
- 전차전류는 변전소까지 회로 구성 ; 신호전류는 1개의 궤도회로 내에만 전류가 흘러 전차전류는 코일의 반반씩 반대 방향으로 흐르므로 철심은 자화 하지 않으나 신호전류는 코일이 감겨진 방향으로만 흐르므로 임피던스의 자화현상 발생.



임피던스본드의 원리

## 4. 코드 궤도회로

- 레일에 흐르는 신호 전류를 소정 횟수의 코드수로 단속하고 이 코드 전류가 코드계전기를 동작시킨 다음 복조기를 통하여 정규의 코드수일 때에만 코드 반응계전기를 동작시키는 궤도회로 방식임.



코드 궤도회로

### 5. 가청주파수 (AF : Audio Frequency) 궤도회로

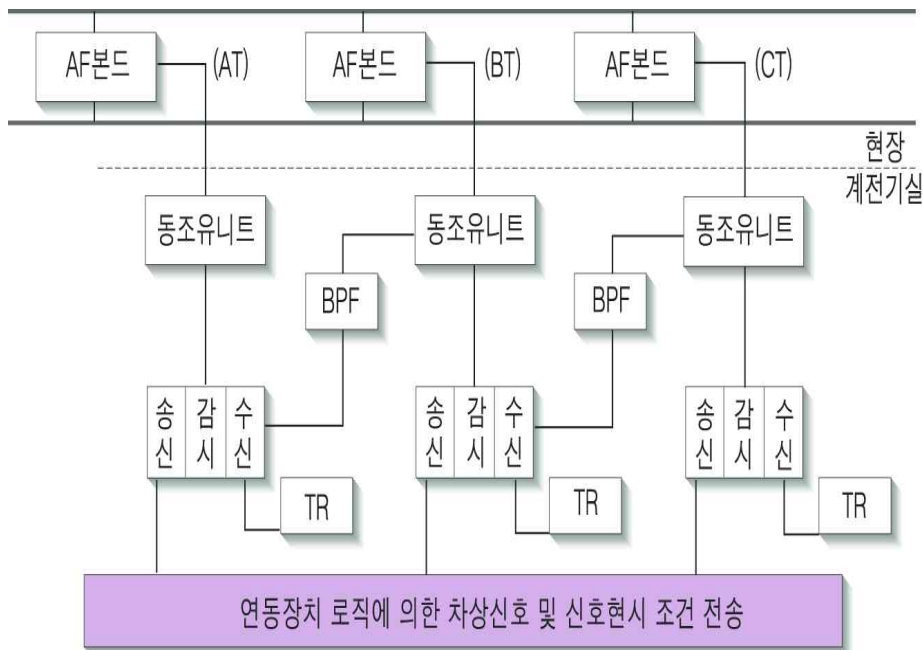
- 사람이 청각으로 들을 수 있는 16 ~ 20,000(Hz)대의 가청주파수를 사용함.
- 열차의 속도가 200(Km/h)를 초과시 기관사가 신호를 확인하는 거리에 한계가 있어 지상의 신호기는 사용이 불가함. 따라서 선형 열차와의 운행 간격과 제동거리 등의 지상정보를 차상으로 직접 전달하는 차상 신호장치가 필요함.
- 차상신호는 시스템의 설계방식에 따라 여러가지 형태로 구현 할 수 있으며,
- 열차검지 기능과, 전방 열차와의 운행 간격, 해당 열차의 지시 속도, 열차 운행 정보를 차상에 전달하고 제동장치에 직접 연결하여 신호를 무시하고 운행하는 열차를 자동으로 감속, 또는 정지토록 하여 열차 안전 운행을 확보함.

### 구 성

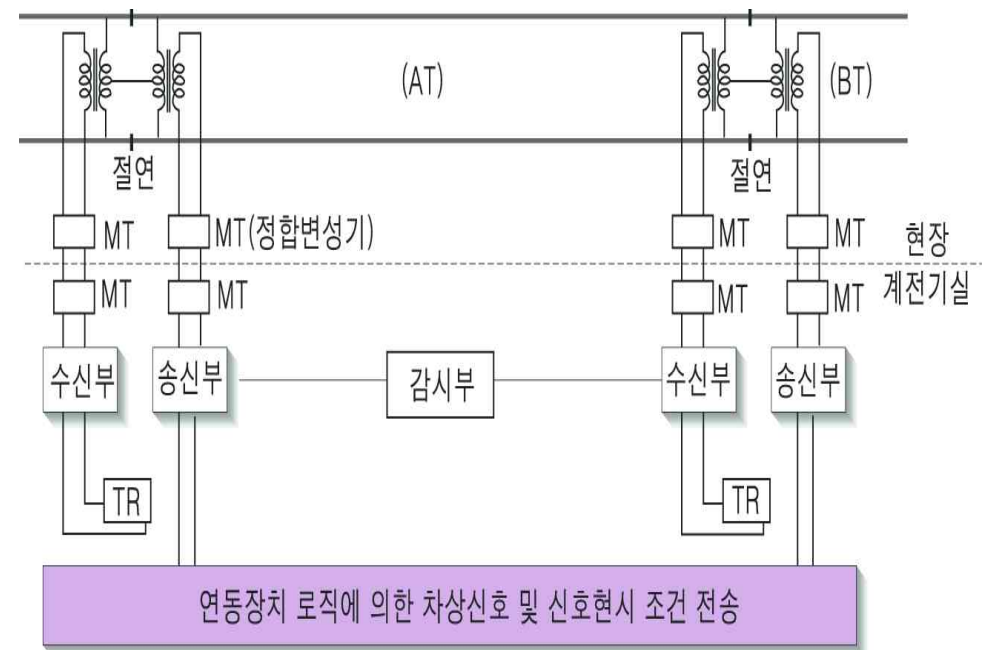
- 주파수 발생부인 송신부, 케이블의 전달특성 개선을 위한 동조유닛 (TU : Tuning Unit) 해당 궤도회로 주파수 공진 설비인 커플링유닛 (Coupling Unit)와 정합변성기 (MT: Matching Transformer), AF본드, AC용 임피던스 본드, DC용 미니본드, 감시부와 수신부로 구성함.

## AF궤도회로의 구성

- DC용 AF궤도회로 ; DC 1,500[V] 전철구간에 사용.
- AC용 AF궤도회로 ; AC 25,000[V] 전철구간의 궤도회로에 사용.



DC용 AF궤도회로 구성도



AC용 AF궤도회로 구성도

### 송신부

- 열차 검지용주파수(F1-F4)와 신호현시 조건에 따른 구형파의 지시속도 코드주파수를 발진하며 변조와 증폭 과정을 거쳐 임피던스본드로 신호를 전달함.
- 열차검지 주파수 및 차상신호 주파수 발진부와 입력된 신호를 코드화하는 코드 발생부로 구성함.

### 동조 유닛 (Tuning Unit)

- 송신부에서 발생된 주파수는 케이블을 통하여 현장 궤도회로에 전송됨,
- 이때 케이블은 L성분을 갖게 되며 동조유닛에서는 C값을 조정하여 정전용량을 보상하므로 출력된 주파수의 전달특성을 개선하는 효과가 있음.

### 커플링 유닛

- 해당 궤도회로에서 특정한 두개의 열차검지 주파수와 차상신호 주파수를 통과시키며 불필요한 주파수는 차단하는 특성을 가진 필터회로임.
- LC조합회로로 해당 주파수에서 공진.

### 매칭 트랜스(정합 변성기 MT:Matching Transformer)

- 케이블의 전달특성 개선용으로 변성비는 4:1임.
- 1차측에는 600[Ω]의 임피던스 값을 가짐.
- AC 전철구간에서는 송·수신부에 각각 2개씩 사용하여 절연변압기 역할과 부하회로의 임피던스 매칭용으로 사용함.

### 감시부

- 송신 및 수신카드는 감시회로를 가지고 자체 고장진단 ; 출력을 감시카드로 전달하면 감시부에서는 송신카드나 수신카드 고장시 절체회로를 자동으로 동작시켜 예비계로 전환시킴.

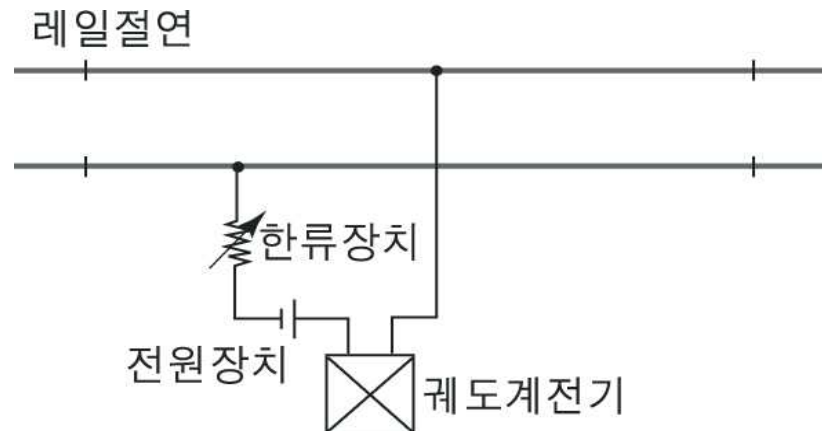
### 수신부

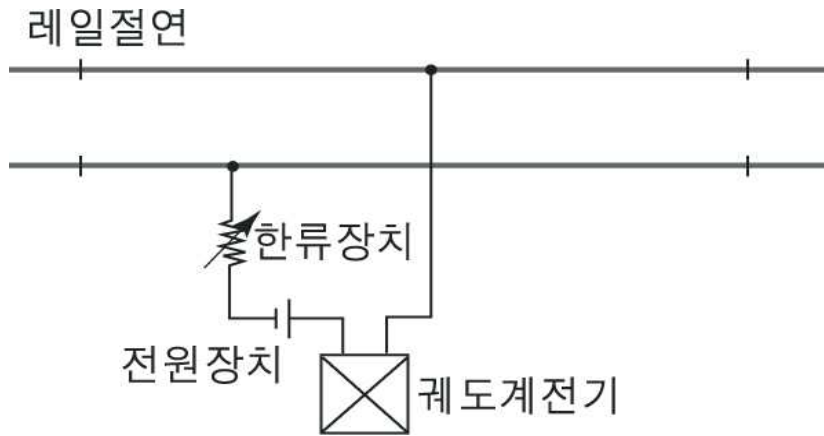
- BPF(Band Pass Filter, 帶域 濾波器) PCB와 수신용 PCB 및 궤도계전기로 구성함.
- 레일을 통하여 수신된 주파수와 송신부에서 실선으로 송신된 정보를 비교한 후 정류 증폭하여 궤도계전기를 구동하기 위한 DC 7.5[V] 전원을 출력함.
- 궤도회로를 통하여 수신된 주파수는 외부의 **특정 주파수 필터인 B.P.F를 통과**하여 노이즈를 제거함.  
= 주파수 필터 : LPF, HPF, BPF, BRF(Band Rejection Filter)

### 4.4.2 궤도회로 구성 방법에 의한 분류

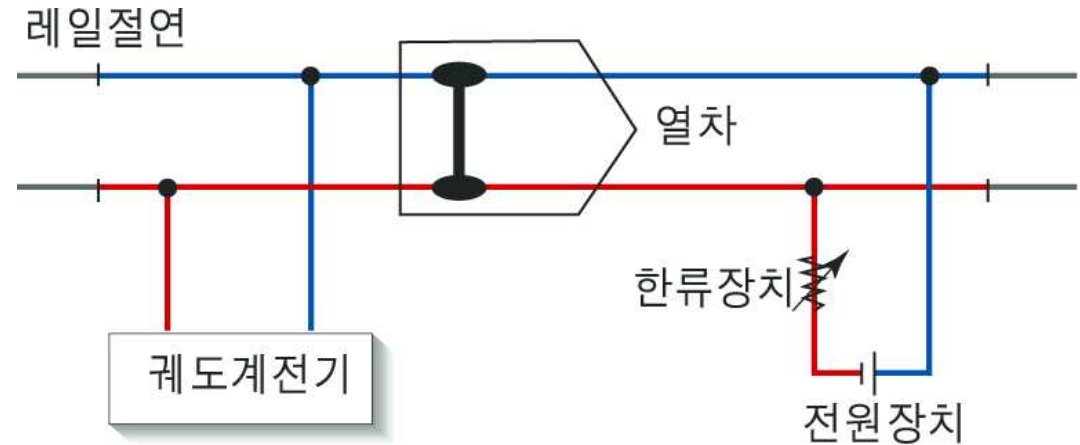
#### 1. 개전로식 궤도회로

- 궤도회로가 평상시 개방되어 궤도계전기는 무여자(無勵磁) 열차가 궤도회로 내에 점유하면 궤도계전기가 여자(勵磁)됨,
- 전력소모가 적은 장점이 있으나 안전도가 떨어져 현재는 사용되지 않음.





개전로식



폐전로식

## 2. 폐전로식 궤도회로

- 폐회로가 구성되어 평상시 궤도계전기는 여자(Exiting) 열차가 점유하면 궤도계전기는 낙하(Non exiting)함.
- 전력소모가 많은 단점은 있으나 기기 고장시에도 계전기는 낙하되어 안전측으로 동작하므로 현재 주로 사용함.

## 4.4.3 궤조절연 유,무 및 설치 방법에 의한 분류

### 1. 유절연 궤도회로

#### 1) 단궤조식

- 궤도회로를 구성하는 레일의 한쪽에만 궤조절연을 설치, 궤조절연을 설치하지 않는 한쪽 레일에는 전차선 귀선전류를 보내기 위하여 사용함.

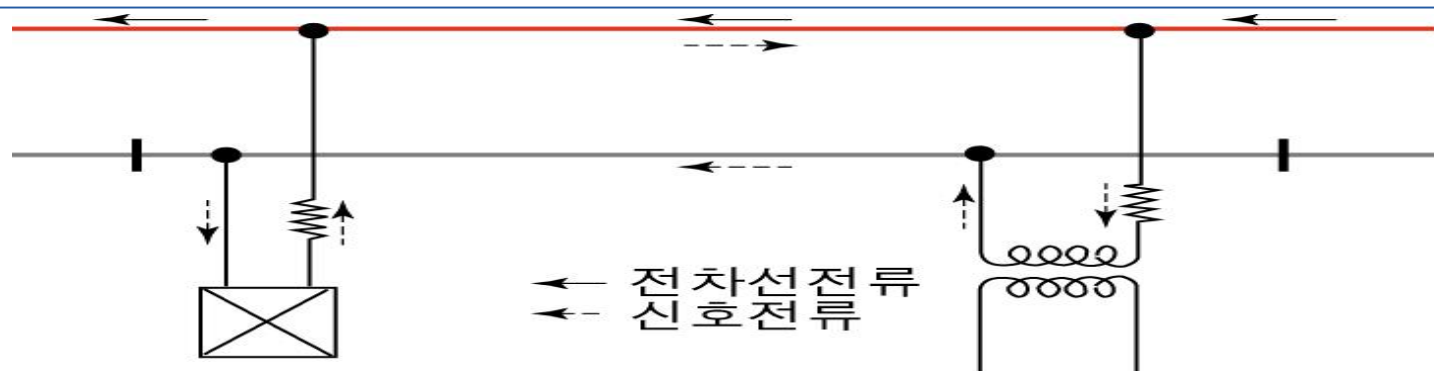
#### 장 점

- 복궤조식보다 궤조절연수가 적으므로 설치비가 저렴함.

#### 단 점

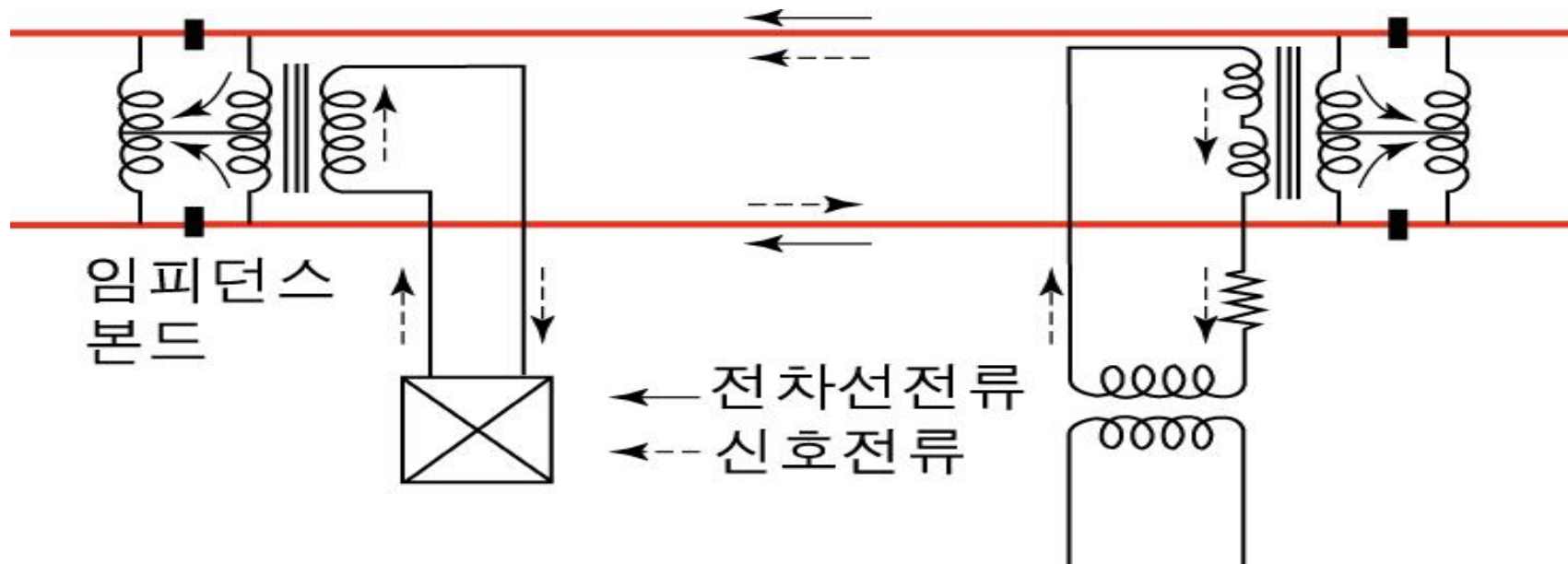
- 궤조절연이 설치된 쪽의 레일절연이 불량할 경우 인접 궤도의 전류가 유입되어 오동작 등의 장애를 유발하므로 사용하지 않음.

단궤조식 궤도회로



## 2) 복궤조식

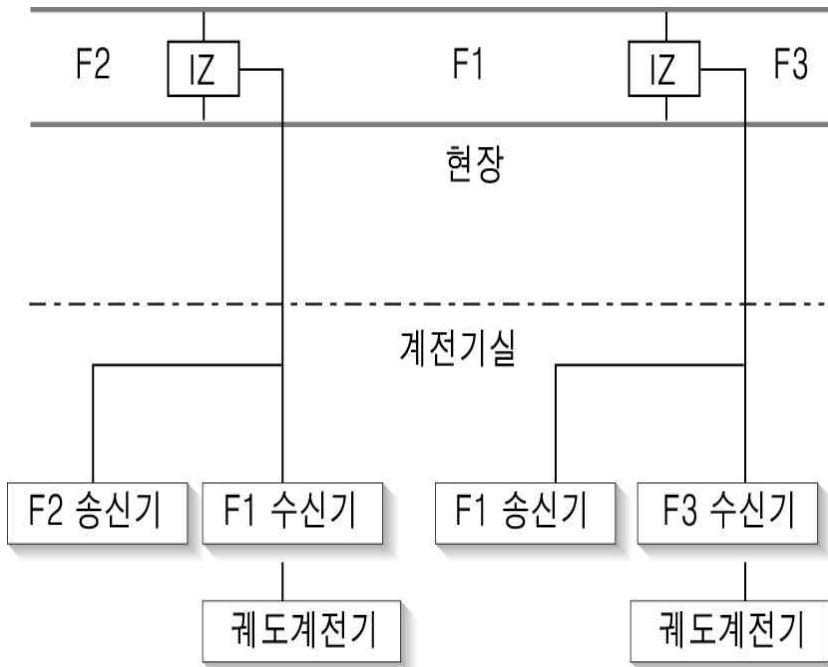
- 양쪽 레일에 궤조절연을 설치하는 방식이며 많이 사용하고 있음.
- 전철구간에서는 전차선전류와 신호전류를 구분하기 위하여 임피던스 본드를 설치해야 하므로 설치비가 많이 소요되나 단궤조식과 같은 결점이 없으므로 전철구간에 많이 사용



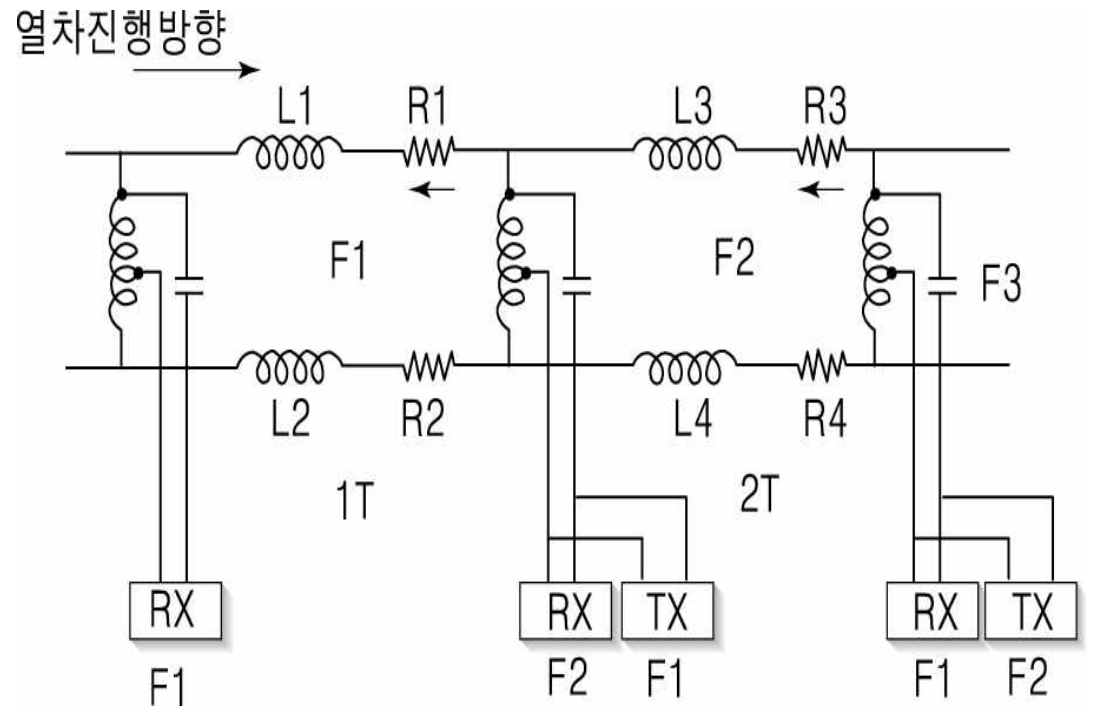
복궤조식 궤도회로

2. 무절연 궤도회로

- 궤조절연을 사용하지 않고 레일에 주파수를 흘려 레일 임계점에서 상호주파수에 대한 공진회로를 이용한 궤도회로임.



무절연궤도회로의 구성도



무절연궤도회로의 등가회로

## 궤도회로에 사용하는 기기

궤도회로 방 식	송전측			착전측		사용개소
	송전방식	한류장치	기 타	계전기	회로방식	
직 류	DC 2/4V -5A	가변저항기	부동충전식	DC바이어스 궤도	복궤조	·비전철구간 ·단선건널목용
DC바이어스	궤도송신기 DC 1-16V	가변저항기	입력 AC110/220V	DC바이어스 궤도	복궤조	비전철구간
고전압 임펄스	·펄스전압660V ·임펄스 주파수 3Hz	리액터	임피던스본드 (200A),(430A)	임펄스 궤도 계전기, 수신기	복궤조	AC전철구간
AF궤도회로 (무절연)	궤도주파수 (1590, 2670, 3870, 5190Hz)	동조유닛	입력 AC110V/220V	DC바이어스 궤도	무절연	DC전철구간
AF궤도회로 (유절연)	궤도주파수 (1590, 2670, 3870, 5190Hz)	정합변성기	DC24V	DC바이어스 궤도	복궤조	AC전철구간

### 4.5.2 궤도회로의 단락 (p167)

#### 단락 저항

- = 2개의 열차 바퀴와 **레일면과의 접촉 저항과 차량의 차축 저항을 말하며 대부분은 레일면의 접촉 저항임.**
- = 단락 저항은 열차의 운전상태, 레일면의 상태, 레일간 전압 등에 따라 그 값이 다름.

#### 단락감도

- = 궤도계전기를 낙하시킬 수 있는 단락저항의 최대값을 말하며,
  - 궤도회로의 열차검지 성능에 관한 평가 척도이며 조정 상태에 따라 크게 변함.
  - 열차의 단락 저항이 궤도회로 단락 감도보다 작아야함.
- = **궤도회로 기능의 양·부를 판단할 목적으로 궤도회로내 임의의 레일 사이를 저항으로 단락하여 궤도계전기의 동작 상태를 시험하는것.**
- = **폐전로식은 무여자 접점이 개전로식은 여자 접점이 접촉하려할 때의 최대 단락 저항값을 나타냄.**

### 단락 감도의 계산

- 단락감도는 이론적으로 높을수록 좋으나 너무 높으면 근소한 전압강하에도 단락되어 동작이 불안정함

$$\text{단락감도 } R_m = 1/(F-1)G = \frac{1}{\left(\frac{V_{up}}{V_{dn}} - 1\right)G}$$

- F ; 계전기 동작전압(V) / 계전기 낙하전압(V), G ; X점에서 본 회로 전체의 임피던스.  
어떤 조정 상태에서든 궤도계전기를 낙하시킬 수 있는 단락저항의 최대값이 단락감도임.

### 단락 감도의 기준

통과하는 열차에 대하여 임피던스본드 및 AF궤도회로 구간은 맑은 날 0.06[Ω] 이상  
기타 구간은 맑은날 0.1[Ω] 이상 확보.

### 단락 감도의 측정

- 단락 감도의 측정 위치는 직류궤도회로 : 송전단 레일위,  
교류궤도회로 : 착전단 레일위,  
병렬 궤도회로 : 위 두경우 이외의 병렬부분의 끝 레일위.

### 단락 감도 향상법

#### ● 단락감도를 높이는 방법

- 필요 이상의 전압을 궤도계전기에 공급하지 않는다.
- 송전단과 수전단의 임피던스를 될 수 있는 한 높인다.
- 단락시의 위상변화를 이용한다.

#### = 직류궤도회로

- 레일을 용접, 장대 레일화 하여 전압 강하를 없앤다
- 송전 전압을 증가하고 궤도저항의 저항치를 많게 한다
- 궤도계전기에 직렬로 저항을 삽입하고 반위접점으로 단락한다

#### = 교류궤도회로

- 레일을 용접, 장대 레일화 하여 전압 강하를 없앤다
- 송전 전압을 증가하고 한류장치의 저항 또는 리액터를 증가한다
- 궤도계전기에 직렬로 저항 또는 리액터를 삽입한다
- 위상을 적당히하여 열차 단락시의 회전역율에서 이동시킨다

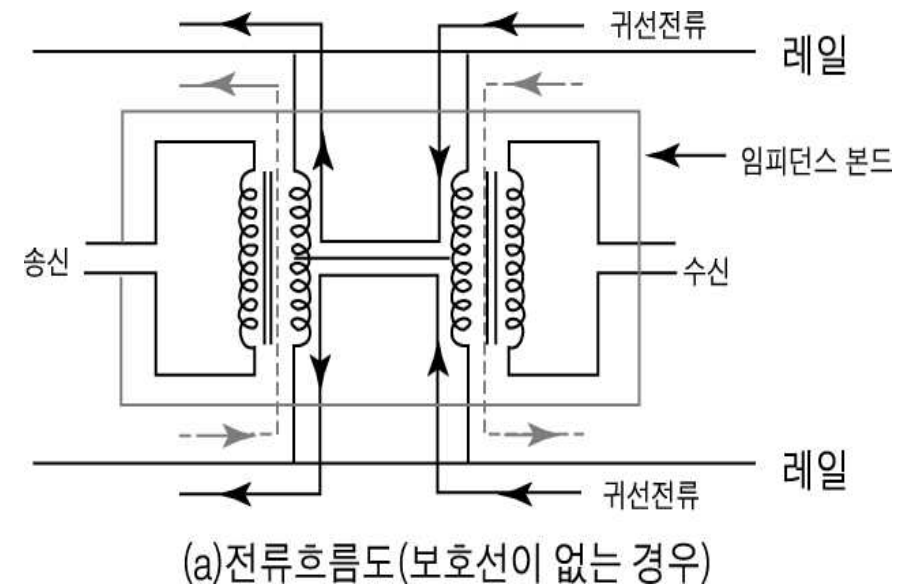
## 4.5.3 궤도회로의 불평형

- 임피던스 본드의 좌우 1차 코일에 전차전류가 평형으로 흐를 때의 좌우 자속은 완전히 상쇄 ; 점퍼선의 접속 불량으로 귀선전류가 평형이 유지되지 않으면 자화로 인하여 리액턴스가 저하되고 궤도간의 신호전압이 떨어져 궤도계전기가 무여자가 됨.

## 궤도회로의 불평형

$U_B$  는 불평형율(%),  $I_1, I_2$  는 각 레일의 전류

$$U_B = \frac{|I_1 - I_2|}{I_1 + I_2} \times 100(\%)$$



귀선 및 신호전류 흐름도

## 전철구간의 유절연 궤도회로 (p169)

### 임피던스본드와 전차선 귀선전류

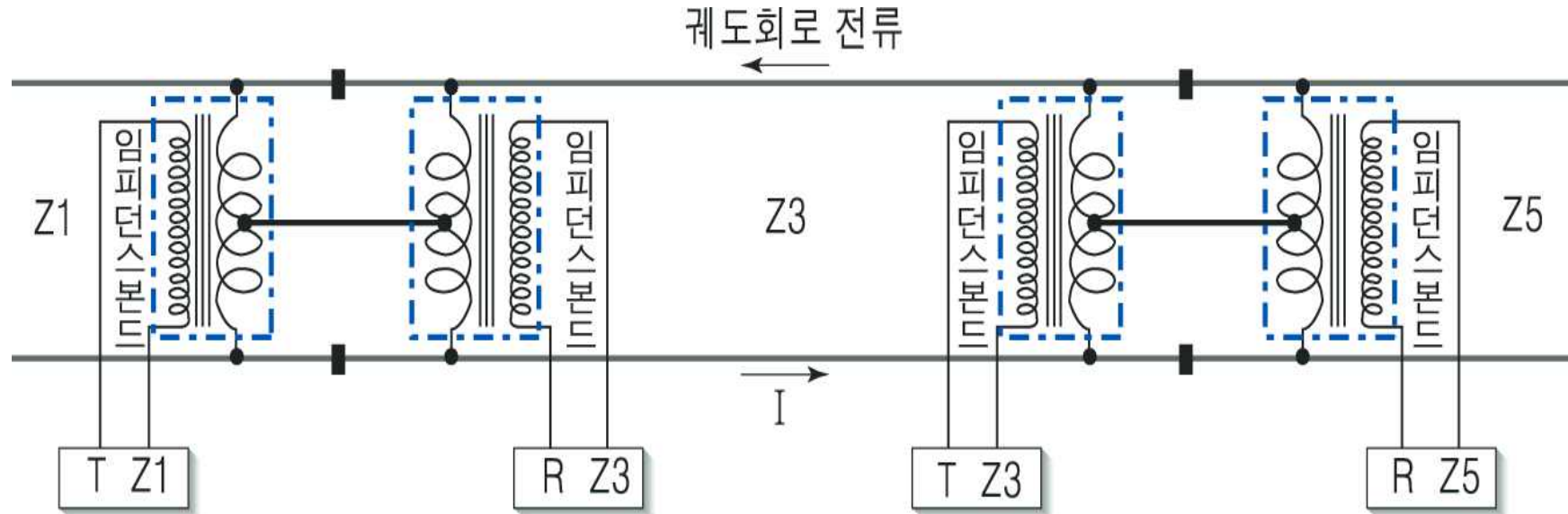
- 전차선 귀선전류  $I$ 는 두 개의 전류로 나누어지는데 이들은  $I/2$ 가 각 레일에 흐르고 반대 방향에 있는 각 임피던스 본드의 반 권선 두 개 즉,  $N/2$ 권선에 흐를 경우와 동일함.
- 직류 전차선 구간은 두 개의 반 권선으로 전차선 귀선전류가 흐를 때 약  $0.001[\Omega]$  정도의 매우 낮은 저항을 갖음.
- 교류 전차선 구간에서는 두 개의 반 권선에 의해 발생한 자속은 0으로 임피던스는 저항의 크기와 순서가 동일. 두 가지 경우 모두 귀선 전류는 큰 전압강하가 없이 임피던스 본드 중성점을 통해 유절연 궤도회로에 흐름.



전차선 귀선전류의 연속성

## 임피던스본드와 궤도회로

- 궤도회로 전류는 동일한 방향으로 두 개의 직렬 레일과 각 임피던스 본드의 중성바 권선을 순환하면서 높은 임피던스의 역할을 함.
- 2차 권선은 임피던스 본드를 궤도회로 주파수에 맞추거나 궤도회로 신호를 송신 또는 수신하는데 사용함.



궤도회로의 전류

### 전철구간의 무절연 궤도회로

#### 정의

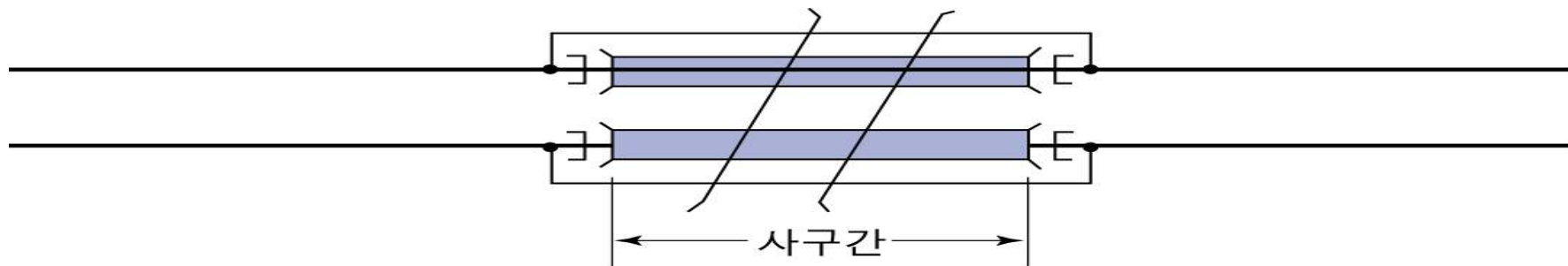
- 전철구간에서 무절연 궤도회로를 사용하면 레일의 전기적인 불연속성을 막을 수 있고 그에 따라 특별한 장치없이 귀선전류의 복귀회로를 완전하게 유지 가능함.

#### 내용

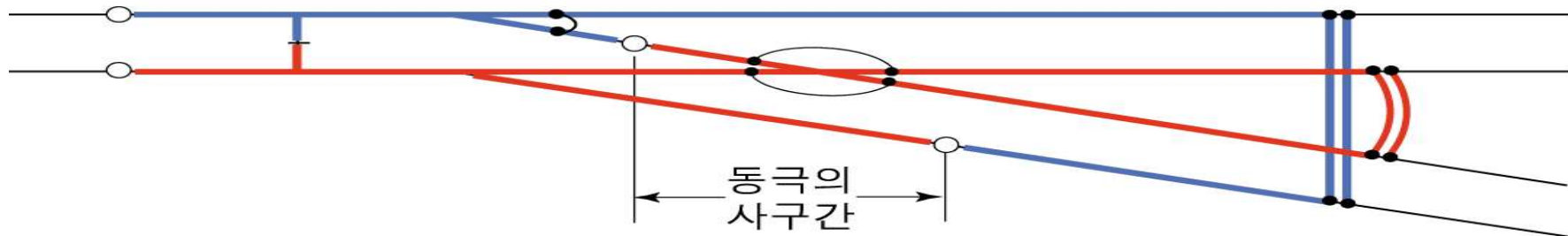
- 레일 절손이나 본드의 접속불량 등으로 불평형이 있으면 레일 사이에 전압이 나타나 궤도회로 동작을 방해함.
- 이런 위험을 방지하기 위한 쇼크 인덕턴스는 무절연 궤도회로에서 전차선 귀선전류 회로가 평형을 유지함.

## 4.7.1 사구간 (Dead Section)

- 궤도회로는 그 구간내의 어떤 지점에서 단락 하더라도 계전기는 정확하게 무여자 되는 것이 이상적임 ; 분기기의 크로싱 부분과 철제 교량 등에서 좌우 레일 극성이 같게 되어 열차에 의한 궤도회로의 단락이 불가능한 곳이 발생하는 구간을 사구간(死區間) 이라함.



(a)



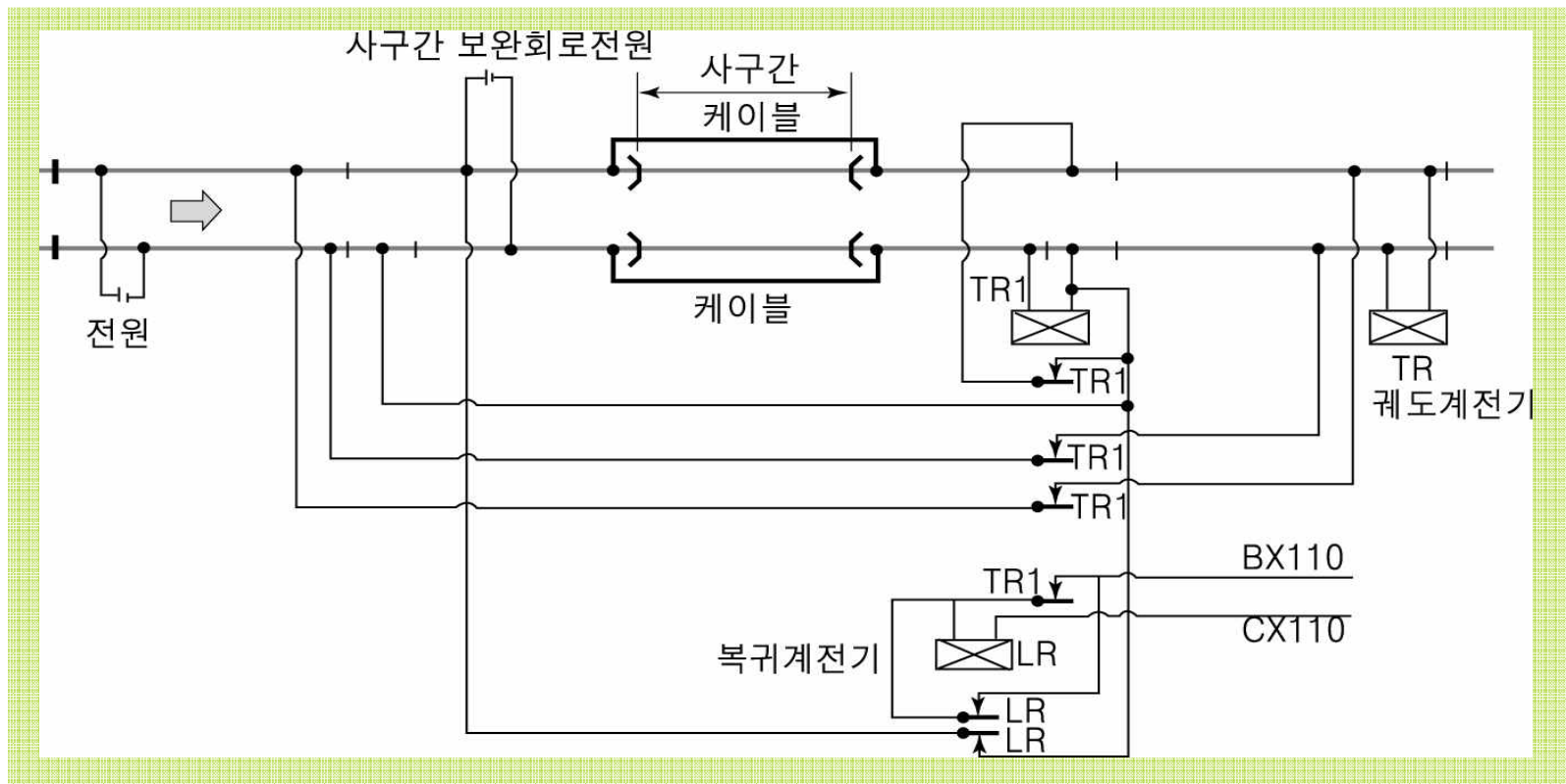
(b)

궤도회로의 사구간

## 4.7.2 사구간 보완회로

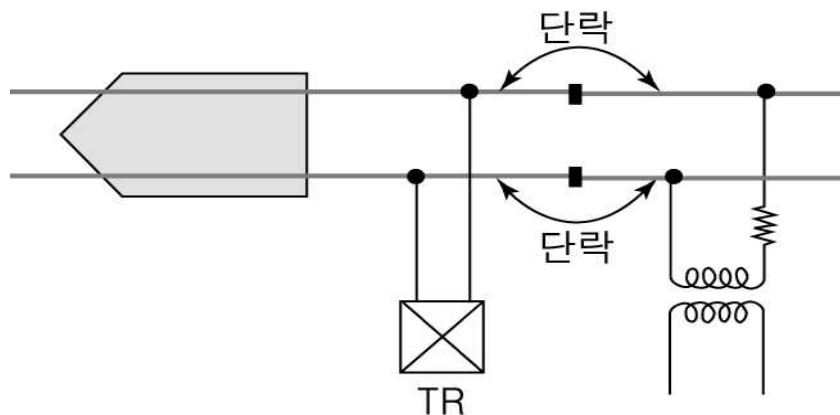
- 사구간이 길면 짧은 차량이 사구간 점유 시에도 궤도계전기는 여자되며 검지가 불가능하게 되어 사고의 위험이 있음  
사구간 길이와 사구간 상호 간격은 차량의 차축 간격을 감안하여 **7[m] 이하로 하여야함.**
- 역구내 분기부는 사구간의 길이를 **3[m] 미만**으로 하고 또, 부정동작 우려가 있을 경우 시소계전기로 완동시간 2초 정도를 부가하여 궤도계전기를 늦게 여자시킴.

### 사구간 보완회로

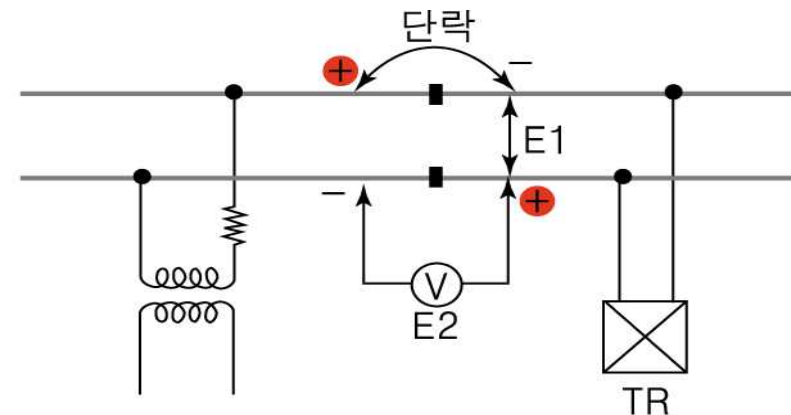


## 궤도회로의 극성

- 궤도회로 경계지점의 절연이 파괴되면 인접 궤도회로의 송전전류가 흐르므로 궤도계전기 오동작.
- 안전측으로 동작 되도록 인접 궤도회로와의 극성을 서로 **이극성**으로 구성.
- 레일절연을 인접궤도의 송전전원으로 궤도계전기를 동작시켜 극성을 시험하는 방법으로 그림(a)의 경우 궤도계전기는 45° 또는 무여자 접점으로 구성.
- 그림(b)와 같이 한쪽 레일 절연을 단락하고 다른 쪽 레일 절연간의 전압 E2와 송전전압 E1을 측정하여  $E2 < E1$ 이면 동극성,  $E2 > E1$ 이면 이극성.



(a) 절연파괴에 의한 극성시험



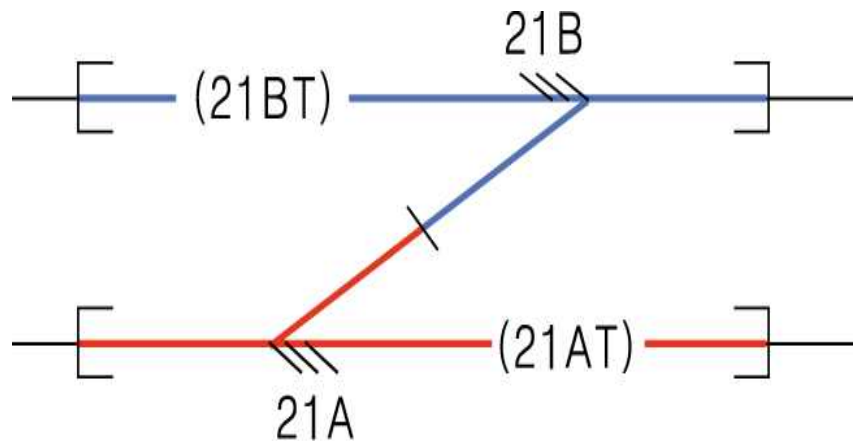
(b) 전압계에 의한 극성시험

## 궤도회로의 극성 시험

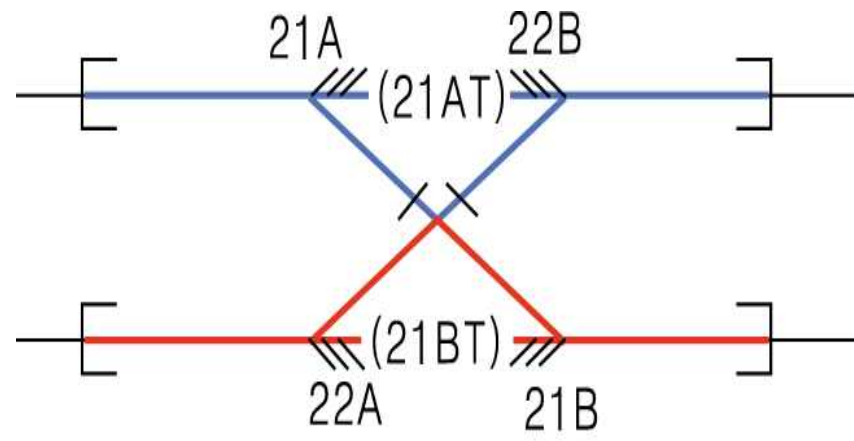
### 1. 궤도회로의 분할

- 궤도회로는 장내, 출발, 중계, 폐색, 입환신호기(입환표지 포함) 등의 위치에서 분할함.
- 도착선은 차량 접촉 한계 내측으로 한다.  
단, 장내신호기와 출발신호기 까지의 사이에 선로전환기가 없는 경우에는 분할하지 않는다.
- 도착선의 유효 거리 이내에 선로전환기가 있는 경우에는 그 선로전환기를 포함하는 궤도 회로를 설치할 수 있다.
- 차량 유치 및 차량이 대기하는 선로에 대해서는 필요에 따라 구간을 분할하여 열차 운전 및 입환 작업에 지장이 없도록 한다.
- 선로 전환기를 포함하는 구간의 분할은 다음에 의하고 최소 궤도회로 수로 하여 구내 작업에 지장이 없도록 설치한다.
  - 동시 운전 작업이 될 수 있도록 분할.

- 열차 운전 및 입환 작업의 빈도에 따라 진로 구분 쇄정을 하고 구분마다 궤도 회로를 분할한다.
- 구내 본선 및 입환선군 또는 인상선군과 연결되는 측선은 궤도 회로를 구성한다.
- 건널목 경보 장치의 제어 및 궤도회로의 제어 길이 등 부득이한 경우에도 궤도 회로를 분할 할 수 있다.
- 쌍동 이상의 선로전환기 및 시셔스의 경우에는 다음과 같이 분할한다..



(a)



(b)

**궤도회로의 분할**

### 2. 궤도회로의 명칭

#### 정거장 구내

- 도착선의 본선이나 측선인 궤도회로는 역사쪽으로 부터 정해진 선로 번호로 붙임.
- 도착선의 궤도회로를 2개소 이상으로 분할하는 경우는 번호 또는 기호끝에 1, 2, 3을 붙임.
- 궤도회로 내에 선로전환기가 있을 경우에는 선로전환기(선로전환기가 2대 이상 있을 경우는 그 중 가장 앞선 것)와 같은 번호를 붙임.
- 기타는 진로선별 취급버튼 명칭과 지점 명칭 등을 사용함.

#### 정거장 간

- 조작판에 표시되는 궤도회로가 표시와는 달리 현장에 다수의 궤도회로로 구성되어 있는 경우에는 기점을 기준으로 A, B, C 등 알파벳순으로 명기
- 접근궤도명칭은 자동구간 : 폐색궤도명을 붙이고, 비자동구간 : 장내신호기 명칭을 붙임.

1. 직류 궤도회로의 구성기기가 아닌 것은?

- ㉠ 축전지   ㉡ 한류장치   ㉢ 임피던스본드   ㉣ 궤도계전기

**풀이** 임피던스본드는 전철화구간에서 신호전류는 억제하고 전차선 전류는 통과시킨다.

2. 다음 장치 중에서 궤도회로를 직접 이용하지 않는 장치는?

- ㉠ CTC 장치   ㉡ 폐색장치   ㉢ 연동장치   ㉣ ATS 장치

**풀이** ATS 장치는 신호기의 제어 회로와 연결하여 열차의 속도를 제어한다.

3. 레일본드의 설치 이유로 알맞은 것은?

- ㉠ 레일에 전류가 잘 흐르게 하기 위하여 설치한다.
- ㉡ 레일의 강도를 높이기 위하여 설치한다.
- ㉢ 레일의 수량을 계산하기 위하여 설치한다.
- ㉣ 레일의 충격을 방지하기 위하여 설치한다.

**풀이** 레일 이음매부의 전기저항을 적게하여 전류가 잘 흐르게 하기 위하여 설치한다.

4. 궤도회로에 열차가 점유하고 있을 때 과전류를 제한하며 착전 전압을 조정하는 기기는?

- ㉠ 저항자   ㉡ 정류기   ㉢ 축전지   ㉣ 계전기

**풀이** 한류장치는 열차의 차축에 의해 궤도단락시 전원장치에 흐르는 과다한 전류를 제한하기 위한 것이다. 직류 궤도회로에서는 저항기를 사용하고 있다.

5. 고전압임펄스 궤도회로에 사용하는 기기가 아닌 것은?

- ㉠ 송신기   ㉡ 임피던스본드   ㉢ 전압안정기   ㉣ 동조유니트

**풀이** 동조유니트는 AF궤도회로

1 ㉡ 2 ㉣ 3 ㉠ 4 ㉠ 5 ㉣

6. 궤도회로의 한류장치의 주된 목적은?

- ㉠ 축전지 충전전류 조정      ㉡ 궤도회로 단락전류 제한
- ㉢ 궤도계전기 착전전압 조정    ㉣ 전차선 귀선전류 통로

**풀이** 한류장치는 열차의 차축에 의하여 궤도회로 단락시 전원장치의 과전류를 제한한다.

7. 전철구간에서 사용하지 않는 궤도회로는?

- ㉠ AF 궤도회로                    ㉡ 직류 바이어스 궤도회로
- ㉢ 분주, 배주 궤도회로        ㉣ PF 궤도회로

**풀이** 직류 바이어스궤도회로는 비전철구간 및 단선건널목용으로 주로 사용한다.

8. 궤도회로 구간에 열차가 진입하면 차륜에 의해 전기회로를 단락하여 전류가 흐르지 않는 궤도회로는?

- ㉠ 주전로식    ㉡ 피제어식    ㉢ 폐전로식    ㉣ 개전로식

**풀이** 평상시 궤도회로에 전류가 흘러 궤도계전기가 여자상태를 유지한다. 열차 진입시 단락되어 전류가 흐르지 않으므로 궤도계전기가 낙하하게 된다.

9. 임펄스궤도회로 구간에 열차가 점유하여도 궤도계전기가 낙하하지 않는 개소는?

- ㉠ 복궤조식 궤도회로장치    ㉡ 단궤조식 궤도회로장치
- ㉢ 궤도회로 단락개소        ㉣ 궤도회로 사구간

**풀이** 사구간의 길이가 7「m」 이상이고 모터카 등 열차길이가 짧은 경우 점유하여도 단락되지 않는 개소를 말한다.

10. AF궤도회로 방식의 효과가 아닌 것은?

- ㉠ 열차검지 기능            ㉡ 해당열차 지시속도
- ㉢ 자동으로 가감속        ㉣ 차량운행 정보

**풀이** 가감속은 ATO(자동열차운전장치) 기능이다.

6 ㉡ 7 ㉡ 8 ㉢ 9 ㉣ 10 ㉣

1. 궤도회로의 단락감도는 그 궤도회로를 통과하는 열차에 대하여 임피던스 본드 및 AF 궤도회로 구간은 맑은 날 몇 [Ω] 이상을 확보하여야 하는가?

- ① 0.06[Ω] ② 0.16[Ω] ③ 0.01[Ω] ④ 0.1[Ω]

<단락감도의 기준> 궤도회로 단락감도는 그 궤도회로를 통과하는 열차에 대하여 다음과 같은 기준 이상을 확보하여야 한다. - 임피던스 본드, AF궤도회로(TI21형 제외)구간 : 맑은 날 0.06[Ω] 이상 - 기타구간 : 맑은 날 0.1[Ω] 이상

2. 맑은 날 궤도 계전기의 착전 전압 조정 범위는 정격 값의 몇 배인가?

- ① 0.8~0.9 ② 0.9~1.2 ③ 1.1~1.3 ④ 1.3~1.5

단자전압은 맑은 날 정격 값의 1.1~1.3배로 조정

3. 다음 중 차상신호용에 적합하고, 열차 검지뿐만 아니라 열차 운전 정보를 차상에 전달 할 수 있는 궤도회로는?

- ① 교류궤도회로 ② 직류궤도회로 ③ AF궤도회로 ④ 고전압 임펄스궤도회로

- AF(Audio Frequency, 가청주파수) 궤도회로장치는 차상 신호용으로 가장 적합한 형태의 궤도회로 설비이다. - AF 궤도회로는 단순한 열차 검지기능뿐만 아니라 전방 열차와의 운행 간격, 해당열차의 지시속도, 차량 운행정보를 차상장치에 전달하고 제동장치에 직접 연결하여 신호를 무시하고 진입하는 열차를 자동으로 감속하거나 정지하게 하므로 열차 안전운행을 확보할 수 있다.

- 1. ① 2. ③ 3. ③

4. 고전압 임펄스궤도회로에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 전차선의 귀선 전류는 레일을 통하여 변전소로 흘러보낸다.
- ② 전차선과 팬터그래프와의 이선, 낙뢰 등의 발생으로 이상전압시 절연내력이 극히 작다.
- ③ 신호전류는 임피던스본드에서 차단한다.
- ④ 비전철 구간에서도 사용이 가능하다.

궤도회로의 이상전압 유기 시에도 절연 내력이 크므로 신호설비 보호 효과가 높으며 초퍼, VVVF 차량 운행 시에도 내방해 특성이 크므로 오동작이 발생하지 않는 장점이 있다.

5. 무절연 궤도회로 방식은 궤조절연을 사용하지 않고 직접레일에 주파수를 흘려 궤도 임계점에서 상호 주파수에 대한 어떤 회로를 이용한 궤도회로인가?

- ① 정합회로            ② 공진회로            ③ 정류회로            ④ 발진회로

6. 다음 중 궤도계전기에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 궤도계전기는 여자전류가 다소 변동하더라도 확실히 여자 되어야 한다.
- ② 궤도계전기의 동작전류가 커야 동작이 확실하며, 손실이 없게 된다.
- ③ 궤도계전기 제어구간의 길이는 가급적 긴 것이 바람직하다.
- ④ 소비전력이 적은 궤도계전기가 바람직하다.

7. 정거장 구내에서 궤도 절연 설치 위치는?

- ① 신호기 외방 6[m] 이내            ② 신호기 외방 12[m] 이내
- ③ 신호기 내방 6[m] 이내            ④ 신호기 내방 12[m] 이내

4. ② 5. ② 6. ② 7. ③