

## 차륜검지센서의 레일탈락감지회로에 대한 연구

류시출\*, 여인창\*, 노성찬\*, 유광균\*  
한국교통대\*

### Study on the Circuit for Off-Rail Detection of Axle Counter Sensor

Si-Chul Ryu\*, In-Chang Yeo\*, Sung-Chan Rho\*, Kwang-Kiun Yoo\*  
Korean National University of Transportation\*

**Abstract** - 철도에서 열차를 검지하기 위해 기본적으로 궤도회로를 사용하지만 CBTC와 같이 지상의 신호설비의 감소 과정에서 기존의 궤도회로 대신 차축카운터와 같은 방법으로 열차 검지 방법이 변화하고 있다. 차축카운터는 불연속 열차검지 방식을 사용하며, 불연속 열차검지 시스템에서 사용하는 열차검지센서는 자기장의 변화를 이용한 비접촉식 열차 검지 센서를 사용한다. 하지만 센서의 위치가 정확하게 위치하지 못하면 열차검지에 문제가 발생하게 되어 중요한 열차 검지 기능에 이상이 발생한다. 따라서 센서의 설치위치 변화를 감지하고 이를 확인할 수 있는 회로에 대한 연구가 필요하다.

#### 1. 서 론

최근 사용되고 있는 차축 카운터 시스템의 차축 검지 센서는 레일에 취부하여 사용하는 구조이다. 또한 센서가 레일에 취부 하였을 때 레일 또한 센서의 기준이 되는 파라미터의 한 요소가 된다. 하지만 열차의 진동에 의하여 레일 취부 결합부의 탈락이나 이동 등이 센서의 오작동에 중요한 이유 중 하나이다. 따라서 센서의 레일 취부에 대한 이상 유무를 판단할 수 있는 기능이 필요하다. 본 논문에서는 레일의 파라미터 변화에 반응하는 회로를 추가하여 레일로부터 센서의 탈락 여부 또는 결합부의 이상 유무를 판단하는 방법을 제시하고자 한다.

#### 2. 본 론

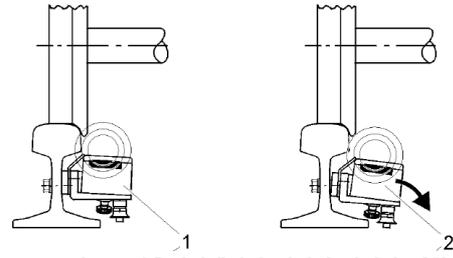
##### 2.1 차축 검지(Axle Counter) 시스템

차축 카운터(Axle Counter)는 열차의 차륜을 카운터 하는 장치로서 궤도회로를 사용하지 않고 열차를 검지하는 방식으로 불연속 열차검지 방식을 사용한다. 궤도회로의 차륜 단락에 의하여 특정 구간에서 연속적으로 열차를 검지하는 방식 대신 특정 지점에 열차를 검지할 수 있는 차륜 검지 센서를 설치하고 열차의 차륜 통과 유무에 대한 처리로 열차를 검지하는 방식이다. 따라서 연속적인 열차 검지를 하는 궤도회로 보다 안전성은 떨어지지만 열차검지장치의 시공비용이 저렴하고 궤도회로의 길이에 대한 제약이 없었던 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 설치구간의 열차 평균속도 측정이 가능하여 건물목 제어장치와 같은 열차의 속도판단이 필요한 장소에 적용 가능하다[1-4].

센서는 레일에 취부하여 차륜의 유무에 따라 자기장의 변화를 감지하게 된다. 센서의 절단면 상단에 차륜이 존재하면 자로의 매질이 변화하여 자기저항이 변화한다. 자기저항이 변화하면 자속밀도가 변화하고, 자장의 세기 또한 변화한다. 자기저항은 자로의 길이가 감소하거나 결합단면적이 증가하면 감소한다. 센서는 센서의 위치가 고정되고 차륜이 센서위에 위치할 때 일정한 높이에서 결합함으로써 자로의 길이는 일정함으로 결합단면적에 의하여 자기저항의 크기는 달라진다. 즉, 차륜에 결합하는 면적과 공극을 통하여 방사하는 단면적의 비에서 차륜에 결합하는 단면적이 클 경우 자기저항은 감소하여 더 큰 자속을 발생시킨다[5].

센서에서 공극의 길이가 일정하게 정해진다면, 결합단면적을 크게하여 자속밀도를 증가시켜, 차륜 결합시와 차륜이 결합하지 않을 때의 자속밀도의 변화로 열차의 유무를 판단할 수 있다.

하지만 <그림 1>에서 센서가 고정된 위치에서 벗어나게 되면 차륜결합에 의해 이루어져도 결합전 상태의 에너지와 비교하여 변화가 나타나지 않아 차륜의 검지를 인식하지 못하게 된다. 이는 열차 차륜을 검지하는 기능에 문제를 발생시키기 때문에 센서의 위치 이탈을 파악할 수 있는 추가 회로의 설계가 필요하다.



<그림 1> 차축검지센서의 위치별 자기장 변화

##### 2.1.1 차축검지회로

차축 검지 회로는 발진회로, 센서, 차축 검지 회로, 증폭회로로 구성이 되어있다. 센서는 공진형 센서를 사용하고, 센서의 공진 주파수를 발생시키기 위하여 발진회로 필요하다. 발진회로의 발진 주파수 신호는 센서의 구동 및 차축 검지 회로의 기준이 되는 신호로 사용되고, 차축에 의한 센서의 출력 신호의 변화를 분석하여 차축 검지 회로는 신호를 발생한다. 또한 증폭 회로는 이 신호를 증폭하여 신호를 안정적으로 출력한다[6].

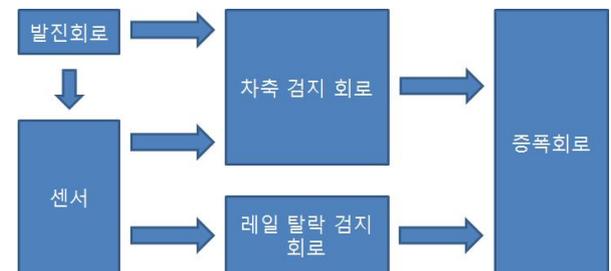


<그림 2> 차축 검지 회로 블록도

센서에 의하여 발생하는 자장을 차륜이 통과하게 되면 자장의 변화에 의하여 센서의 공진전류가 변화하게 되고 이를 감지하여 차축 검지 회로에서의 출력신호가 Low를 유지한다.

##### 2.2 레일 탈락 회로 적용한 차축 검지 회로

차륜에 의한 센서의 출력 신호의 변화에 의하여 차륜을 인식하는 차축 검지 회로에서 센서가 레일에서 탈락하거나 진동에 의한 설치위치에서 변화하게 되면 차륜을 올바르게 검지하지 못하게 된다. 따라서 설치시 레일의 파라미터를 적용하여 레일의 파라미터 변화에 반응하는 회로를 추가하여 레일의 파라미터 변화에 따른 차축 검지 회로의 신호를 차단하는 회로를 추가하였다.



<그림 3> 레일 탈락 회로 블록도

위 <그림 3 >과 같이 기존 차축검지회로 블록도에서 센서의 신호를 이용하여 레일 탈락 검지 회로 기능을 추가하여 구성한다.

### 2.2.1 레일 탈락 회로 적용한 차속감지회로 시험

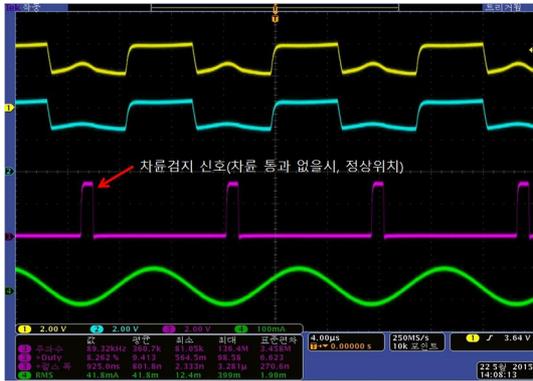
센서가 처음 설치시 레일의 파라미터를 적용한 레일 탈락 감지 회로의 출력은 레일의 파라미터 변화에 의한 출력 신호를 가지게 되고 이 출력 신호를 증폭회로에 적용하여 센서의 레일 탈락 여부를 판단할 수 있다.



〈그림 4〉 레일 탈락 회로 적용한 차속감지회로 시험 구성

위의 <그림 4>에서와 같이 레일탈락회로를 적용한 시험 장비를 구성한다. 우측의 레일에서 센서의 위치에 따른 파형의 변화를 확인하고 센서가 레일에서 이탈될 시의 출력파형과 비교 분석한다.

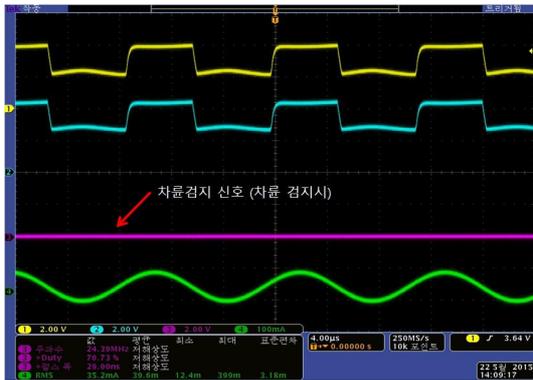
- 1) 센서가 레일과의 정상적인 거리에 위치할 때의 출력파형 확인



〈그림 5〉 열차 차륜 없을시 파형

<그림 5>의 열차 차륜이 없을시 정상상태에서의 출력 신호는 일정한 간격으로 입력되는 발진신호를 감지하여 센서위에 열차가 없음을 확인하게 된다.

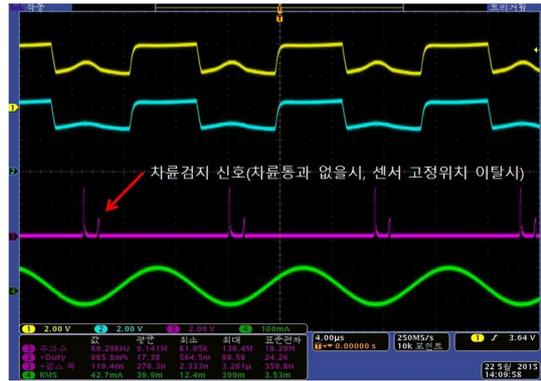
- 2) 센서위에 차륜 통과시의 출력파형 확인



〈그림 6〉 열차 차륜 통과시 파형

<그림 6>에서 열차의 차륜이 센서 위를 통과할 때 열차 차륜으로 인해 자장의 세기가 변화를 감지하여 차속감지회로에서 출력 신호가 Low를 유지한다. 이를 통해 차륜이 위치함을 알게 된다.

- 3) 센서가 레일에서 이탈될 때의 출력파형 확인



〈그림 7〉 고정위치 이탈시 센서신호

<그림 7>와 같이 센서가 고정된 위치에서 이탈할 시 센서와 레일간의 자장의 변화가 발생하게 된다. 이때의 자장 변화가 출력 파형을 변화시켜서 센서가 레일에서 고정된 위치에서 탈락하게 됨을 알 수 있다.

<그림 6>, <그림 7>에서의 차륜감지 신호에 대한 차이를 통해 센서의 고정위치에서 이탈 여부를 확인할 수 있다. <그림 7>과 같은 신호가 발생시 증폭회로나 기타회로에서 출력을 무시할 수 있는 회로를 적용함으로써 열차 차륜이 통과가 없을 시에 차륜 감지시 신호로 동작하게 한다.

### 3. 결 론

레일 탈락 감지 회로를 적용시 출력과 차륜 통과시 신호를 비교해보면 레일 탈락 감지 회로의 출력이 동일하지 않으나 증폭회로 이후 적분회로나 기타 회로를 적용하여 신호를 완전히 무시할 수 있다. 따라서 레일 탈락시 차륜을 감지하는 신호와 동일하게 처리할 수 있고 이 부분은 궤도에 열차가 존재한다고 판단할 수 있으며, 고장시 열차 위치 감지로서 동작하게 하여 센서의 오작동에 의한 열차의 사고를 미연에 방지할 수 있다.

### [참 고 문 헌]

- [1] Tony Godber(2010) Train Detection Principles, IRSE Australasia Technical Meeting : Perth
- [2] James Clendon, John Skilton (2011) Axle Counter -- The New Zealand Experience, IRSE Australasia Technical Meeting : Sydney
- [3] Simeon Cox(2011) A Review of Axle Counter Application: Reset Restore Methods, Their History, Their Current Application and Future. IRSE Australasia Technical meeting : Sydney
- [4] Eugene Broderick, Stephen Lemon(2011) Case Study : Application of CBTC on DLR, IRSE Australasia Technical Meeting : Sydney
- [5] J.S, Choi, "A study on Interface Train Detector System using Axle Counter and Interlocking System", 한국철도학회, 2012년 추계 학술대회, 1271-1278, 2012
- [6] InChang, Yeo, "Shape Optimization of the train wheel detecting sensor according to a magnetic field gradient", 한국철도학회, 2014년 추계 학술대회, 2014