

TI21 AF궤도회로 변조방식 변경을 위한 외부 노이즈 분석에 관한 연구

A Study on the External Noise Analysis for Modification of TI21 AF Track Circuit Modulation Method

박주훈*†, 장선영*, 최재식**, 안종백***

Ju-Hun Park*†, Sun-Young Jang*, Jae-Sik Choi**, Jong-Baek An***

초 록 일반철도 궤도회로는 유지보수가 효율적인 TI21 AF궤도회로를 많이 사용하고 있으며 최근 KTX-산천, ITX-새마을 등 전기기관차 증가로 고조파에 의한 부정동작 사례가 간헐적으로 발생하였다. 이를 개선하기 위해 궤도회로 수신모듈을 디지털로 개발하여 노이즈를 회피하는 방식을 적용하였다. 본 논문에서는 TI21 AF궤도회로의 공칭주파수를 사용하여 주파수 전송방식을 변경하고자 AF궤도회로에 가장 많은 고조파를 방사하고 있는 KTX-산천에 대한 노이즈를 분석하여 공칭주파수 적용시 적합성을 확인하였다.

주요어 : AF궤도회로, TI21, 고조파, 노이즈, KTX-산천

1. 서 론

궤도회로란 레일을 전기회로의 일부로 사용하여 열차의 차륜이 레일 양쪽을 단락하면 수신레벨이 크게 변화하는 것을 이용하여 열차의 위치를 검지하는 장치이다[1]. 궤도회로의 전원은 직류나 고전압임펄스 방식에서 궤도절연을 사용하지 않는 가칭주파수(AF) 방식으로 일반화 되고 있다[2].

선로를 운행하는 열차는 친환경 문제로 디젤기관차에서 KTX-산천, ITX-새마을 등 전기를 이용한 열차가 증가하고 있고 이로 인해 다양한 고조파가 발생 된다. 특히 차량 전력 변환장치의 정수배 근방 주파수에서 발생하는 귀선전류고조파의 영향으로 TI21 AF궤도회로가 부정 동작하는 사례가 간헐적으로 발생하였다. 이를 위해 차량의 노이즈 필터 및 제어방식을 변경할 경우 많은 시간과 비용이

필요하기 때문에 궤도회로 수신모듈을 디지털화하여 고조파를 회피하였으나 근본적인 해결책은 아니다[3][4][5].

본 논문에서는 TI21 AF궤도회로에서 튜닝유니트, 임피던스본드 등은 기존 제품을 사용하고 송·수신 모듈만을 개발하여 궤도회로를 구성하기 위해 주파수 타입별 공칭주파수를 사용할 경우 궤도회로에 가장 많은 고조파를 방사하고 있는 KTX-산천의 노이즈에 대한 적합성을 분석하고자 한다.

2. 본 론

2.1 TI21 AF궤도회로

2.1.1 TI21 AF궤도회로 구성

TI21 AF궤도회로는 Fig 1과 같이 전원모듈, 송신모듈, 수신모듈, 튜닝유니트, 임피던스본드 및 계전기 등으로 구성된다. 궤도회로의 길이는 800~1200m 이며 인접궤도회로와 별도의 궤도절연을 사용하지 않고 전기적 절연으로 구성되며 동조구간은 약 20m 이다.

*† 교신저자: 한국철도공사 연구원
(parkju@korail.com)

** 한국철도공사 차량기술단

*** 한국철도공사 광주본부, 조선대학교

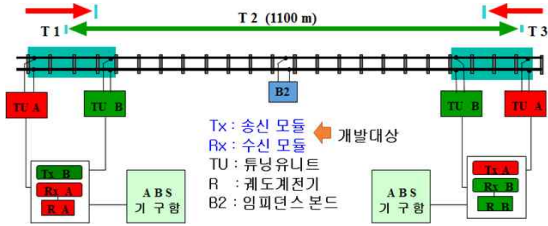


Fig. 1 TI21 Track circuit block diagram

2.1.2 궤도회로별 주파수 타입

TI21 AF궤도회로는 하선에 ‘A’, ‘B’ 타입, 상선에 ‘C’, ‘D’ 타입을 사용하고 있다. 궤도회로 타입별 세부 내용은 Table 1과 같으며, 타입별 공칭주파수를 기준으로 하측(Lower) 주파수(-17Hz)와 상측(Upper) 주파수(+17Hz)가 실제 사용주파수 이다[3][5].

Table 1 TI21 Track circuit frequency

Frequency Type	Nominal Frequency	Usable Frequency	
		Lower	Upper
A	1699 Hz	1682 Hz	1716 Hz
B	2296 Hz	2279 Hz	2313 Hz
C	1996 Hz	1979 Hz	2013 Hz
D	2593 Hz	2576 Hz	2610 Hz

2.2 노이즈 내성 분석

2.2.1 TI21 궤도회로 고조파 최고값

TI21 궤도회로의 동작 레일전류는 선로 최악의 상황을 고려하여 수신모듈 단자를 13번으로 하고 해당 주파수의 고조파를 인가하여 궤도회로가 낙하는 시점의 전류값을 측정하였다. Table 2는 주파수 타입별 하측과 상측 주파수의 노이즈 최대값으로 이 값을 초과할 경우 궤도회로는 낙하게 된다.

Table 2 Maximum noise of TI21 Track circuit

Frequency Type	Nominal Frequency	Maximum Noise of Rail	
		Lower	Upper
A	1699 Hz	178.9 mA	202.2 mA
B	2296 Hz	237.5 mA	264.0 mA
C	1996 Hz	157.6 mA	182.8 mA
D	2593 Hz	314.0 mA	334.3 mA

2.2.2 KTX-산천 전자파간섭 기준

KTX-산천은 전자파 관련 규격 IEC 62236-3-1, IEC 62236-2에 따라 시험을 시행한다. KTX-II 도입시 전도성간섭시험의 절차서의 기준값은 Table 3과 같다. 주파수 C 타입의 기준값은 600mA로 다른 주파수보다 높은 것을 확인 할 수 있다.

Table 3 Maximum noise of TI21 Track circuit[6]

Frequency Type	Nominal Frequency (Frequency section)	Reference value
A	1699 Hz (1682~1716 Hz)	200 mA
B	2296 Hz (2279~2313 Hz)	195 mA
C	1996 Hz (1979~2013 Hz)	600 mA
D	2593 Hz (2576~2610 Hz)	185 mA

2.2.3 KTX-산천 추진 및 제동시 고조파

Fig. 2~5는 TI21 궤도회로 A~C 타입의 사용 주파수 구간에서 KTX-산천 추진 및 제동시 발생하는 고조파를 측정된 그래프 이다[7]. 가운데 긴 박스는 공칭주파수 이고 양쪽 짧은 박스는 상측 및 하측 주파수를 나타낸다. Fig. 3을 보면 C 타입 하측 주파수 부근에 KTX-산천에서 발생하는 고조파가 매우 높게 측정 됨을 알 수 있다. 또한, 주파수 타입별 공칭주파수를 사용할 경우 KTX-산천의 고조파는 해당 대역에서 100mA 이하 이다.

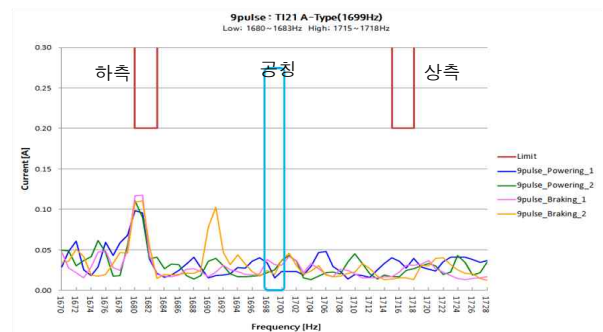


Fig. 2 TI21 A-type(1699Hz) with external noise

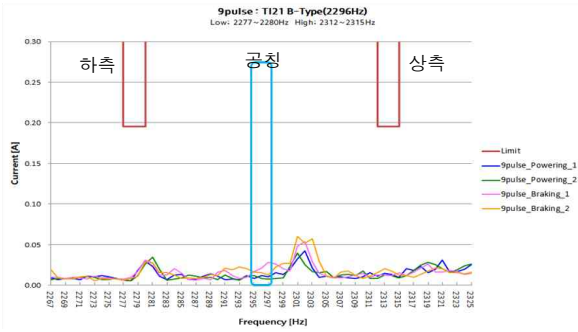


Fig. 3 TI21 B-type(2296Hz) with external noise

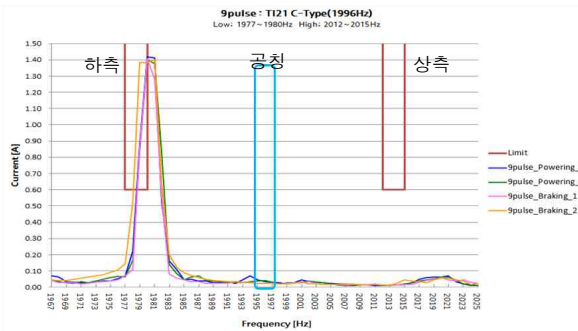


Fig. 4 TI21 C-type(1996Hz) with external noise

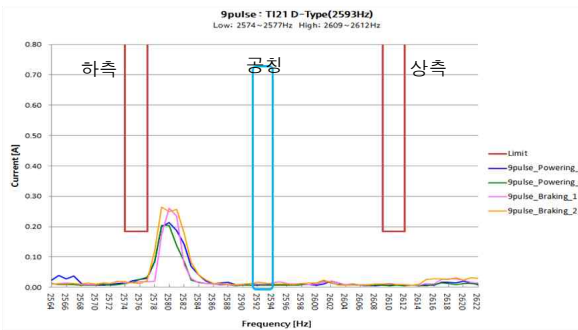


Fig. 5 TI21 D-type(2593Hz) with external noise

3. 결론

일반철도의 고속화로 인해 호남선, 전라선, 강릉선 등 KTX-산천 운행구간 증가로 TI21 AF케도회로의 장애가 간헐적으로 발생하고 있으며, TI21 AF케도회로 송·수신 모듈을 개선하여 문제점 해결을 하고자 본 연구를 수행하였다. 기존 시스템의 개량 범위를 축소하기 위해 현재 사용중인 튜닝유닛, 임피던스본드 등은 기존 제품을 사용하고 주파수 타입별 공칭주파수를 사용하여 모듈을 개발한다. 공칭주파수의 고조파 영향을 분석하기

위해 지상설비의 고조파 기준을 조사하였으며, KTX-산천 추진 및 제동시 발생하는 고조파의 크기를 조사 분석하였다. 분석결과 TI21 AF케도회로의 공칭주파수를 사용할 경우 KTX-산천에서 발생하는 고조파가 공칭주파수 대역에서는 기준값 이하로 유지되는 것을 확인 하였다. 향후 시작품 제작 및 시범 설치를 통해 성능검증이 필요하다.

참고문헌

- [1] Bong-Kwan Cho, Jong-Ki Kim, Hyeon-Chyeol Hwang, Sang-Hwan Ryu, Shin-Ju Kang (2011) Technical Consideration of Non-Insulated Audio Frequency Track-Circuit Device, *Korean Society for Railway*, 2011.5, pp. 1709-1715.
- [2] Hyo-Sik Hong Kwang-Kiun Yoo, Sung-Chan Rho (2010) A Study on the Method of preventing from Reduction of AF Track Circuit Signal Current on a Ferroconcrete Roadbed, *Journal of the Korean Society for Railway*, 13(5), pp.500-503.
- [3] Myong-Sang Kong, Hyung-Bok Kim (2013) Electromagnetic Compatibility between Rolling Stock and Trackside Signaling System, *Korean Society for Railway*
- [4] Jae Sik Choi, Hie Sik Kim, Ju Hun Park, Bun Gon Kim (2016) Effect Analysis of Classical Line TI-21 type Audio Frequency Track Circuit from KTX Sancheon Return Current Harmonics, *Journal of the Korean Society for Railway*, 19(1), pp. 38-45.
- [5] Jae-Sik Choi, See-Bin Lee, Bum-Gon Kim, Tea-Hoon Lee, Joon-Young Ko (2013) A Study on Reliability Insurance Plan of AF Track Circuit(TI-21) about KTX-Sancheon Electromagnetic Interference, *Korean Society for Railway*, 2013.5, pp. 1279-1288.
- [6] KTX-II 고속차량 50량 전자파 간섭시험 절차서 (2012) 한국철도기술연구원
- [7] KTX산천 전자파간섭 해소기술개발 최종보고서 (2014) 국토교통과학기술진흥원, pp. 223-228.