

온라인 전기자동차의 픽업회로에 있어서 주파수 변동에 관한 연구

정용채¹, 정구호², 윤유열², 송보윤²
 남서울대학교¹, KAIST 온라인전기자동차사업단²

A Study on Frequency Variation in Pick-up Circuit of On-Line Electric Vehicles

Yong Chae Jung¹, Gu Ho Jung², Yoo Yeol Yoon², Bo Yun Song²
 Namseoul University¹, KAIST On-Line Electric Vehicles Project Team²

ABSTRACT

최근 주목을 받고 있는 온라인 전기자동차의 픽업회로에서 외부온도 변화에 따라 주파수가 변동한다. 이러한 변동에 따라서 전달효율이 저하되는 문제점이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 온라인 전기자동차의 픽업회로에서의 주파수 변동을 분석하고 이에 적합한 보상회로를 제안한다.

1. 서론

여러 가지 장점 때문에 요즘 전기자동차에 대한 관심이 집중되고 있다. 하지만 아직까지 전기자동차가 보편화되지 못하는 이유는 배터리 때문이다. 배터리가 가격도 비싸지만 한 번 충전으로 갈 수 있는 거리가 100km 정도밖에 안 된다는 것이 매우 치명적이다. 또한 충전하는 시간이 급속충전을 하더라도 30분 정도 걸린다는 이유도 있다. 이러한 문제점들을 해결할 수 있는 방식 중에 하나가 주행 중 충전이 가능한 온라인전기자동차(On Line Electric Vehicles)이다^{1, 2}.

온라인전기자동차의 기본 개념은 참고문헌 [1]에 잘 나와 있다. 도로 밑에 코일이 깔려있고 자동차에서는 pick up 코일을 통해서 자기에너지를 받아들여 배터리를 위한 DC 전압을 만들어 준다. 하지만 pick up 코일은 온도가 올라가면 인덕턴스가 작아진다. 인덕턴스가 변하면 공진주파수가 이동하므로 20kHz에서 동작할 때 pick up되는 에너지가 작아진다. 따라서 이러한 변동을 보상해주어야 전달효율을 향상시킬 수 있다. 본 논문에서는 이러한 보상을 해주기 위해서 공진커패시터를 변경해 준다. 이를 통해서 공진주파수를 이동해주어서 전달효율을 일정하게 유지시켜주는 것이 목적이다. 이러한 변동을 시뮬레이션을 통해서 확인해본다.

2. Pick-up 공진부의 구성

기존의 pick up 공진부는 그림 1과 같이 전압의 분배를 위해서 pick up 코일을 8개로 나누고 사이사이에 공진커패시터를 직렬로 연결하여 공진커패시터에 걸리는 전압을 분배하였다. 공진커패시터도 하나가 아니라 4 병렬 2 직렬로 8개의 커패시터가 하나의 공진커패시터 모듈을 형성한다. 이러한 공진커패시터 모듈이 각 pick up 코일에 8개씩 들어간다. 이러한 구성을 통해서 하나의 pick up부가 20kW 출력을 내는데 이러한 pick up부가 5개가 있으므로 100kW의 출력을 낼 수 있다.

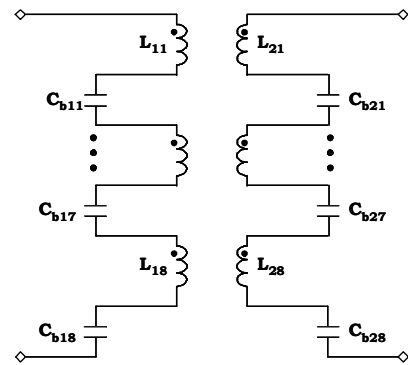


그림 1 기존의 pick-up 공진부
 Fig. 1 The conventional pick-up resonance part

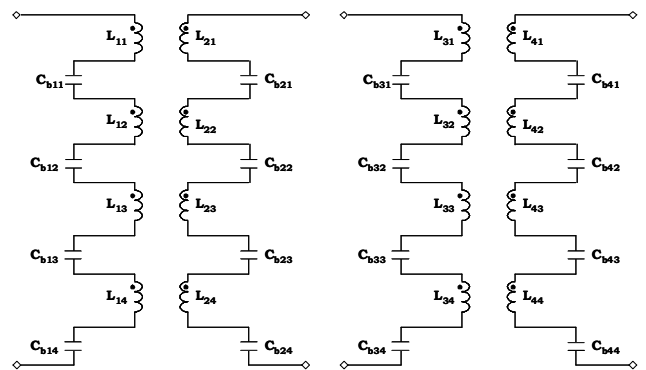


그림 2 새로운 pick-up 공진부
 Fig. 2 The new pick-up resonance part

하지만 본 논문에서는 하나의 pick up부가 34kW 출력을 가지며 이러한 pick up부가 3개가 있어서 100kW를 내려고 한다. 이러한 구성을 위해서 pick up 코일을 2등분이 아니라 그림 2와 같이 4등분을 하였다. 따라서 각 pick up 코일은 직렬로 4개가 구성되며 공진커패시터 모듈도 4개를 연결하는 구성으로 바꾸었다. 그러면서 안전을 좀 더 확보하기 위해서 커패시터 모듈을 5 병렬 2 직렬로 10개의 커패시터를 사용하였다.

3. 주파수 보상기의 구성

공진주파수를 변경하기 위해서 여러 가지 방법이 있겠지만 본

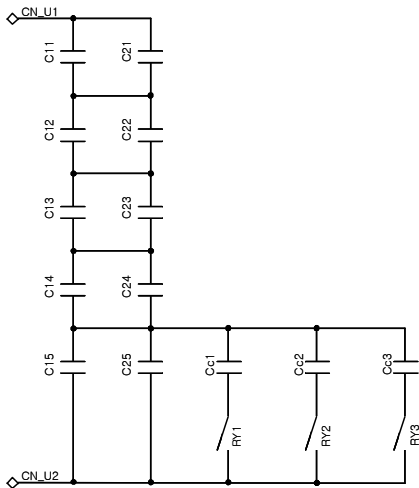


그림 3 공진주파수 보상회로
Fig. 3 Resonant frequency compensation circuit

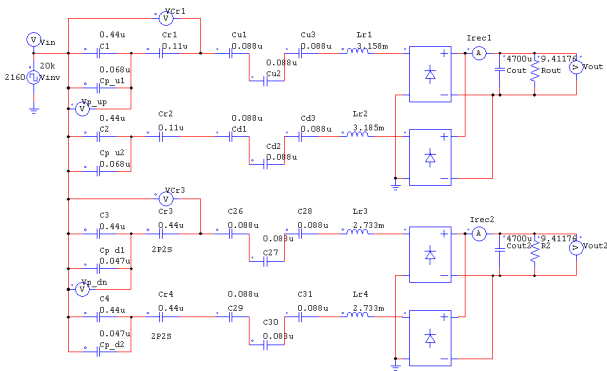


그림 4 시뮬레이션 회로도
Fig. 4 Simulation circuit

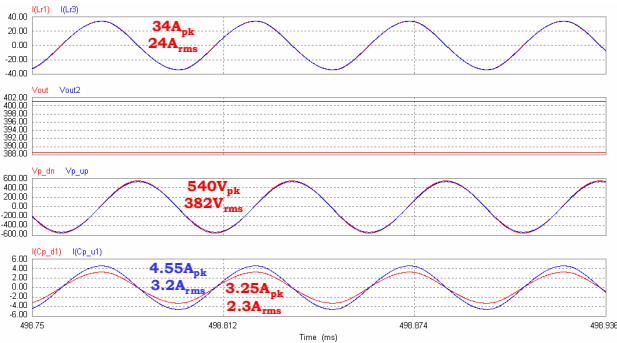


그림 5 그림 4에 대한 시뮬레이션 결과
Fig. 5 Simulation result for Fig. 4

논문에서는 그림 3과 같이 하나의 커패시터모듈에 병렬로 보상 커패시터를 연결하는 방법을 사용하였다. 이 경우 선택된 보상 커패시터의 종류에 따라서 7단계의 변화를 줄 수 있다.

4. 시뮬레이션 결과

앞 절에서 pick up 공진부의 구성에 대해서 언급을 하였는데

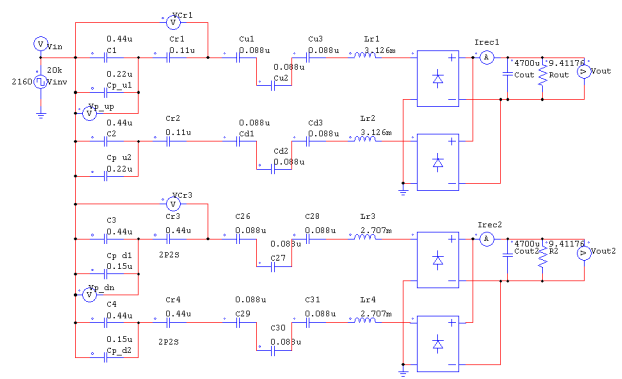


그림 6 다른 경우의 시뮬레이션 회로도
Fig. 6 Simulation circuit for other case

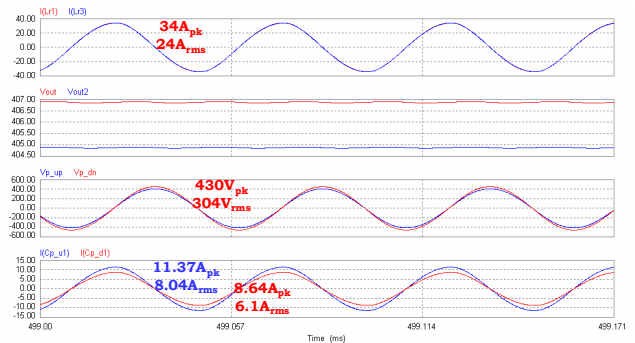


그림 7 그림 6에 대한 시뮬레이션 결과
Fig. 7 Simulation result for Fig. 6

이에 맞추어서 PSIM을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 4는 각 보상회로에서 가장 작은 보상커패시터를 사용했을 때의 회로도이고 그림 5는 이 회로의 시뮬레이션 결과이다. 그림 6은 각 보상회로에서 가장 큰 보상커패시터를 사용했을 때의 회로도이고 그림 7은 이 회로의 시뮬레이션 결과이다.

5. 결론

본 논문에서는 온라인전기자동차의 pick up 회로에 있어서 온도에 따른 공진주파수 변동을 보상하기 위한 회로에 대해서 언급하였다. 보상커패시터를 이용하여 1% 정도의 주파수 보상을 얻을 수 있었으며 이를 시뮬레이션을 통해서 확인하였다.

이 논문은 국토해양부 교통체계효율화사업의 한국과학기술원 연구비 지원에 의하여 연구되었음

참고 문헌

- [1] 이성우, 박창병, 조정구, 조규형, 임찬택, "온라인 전기자동차용 초박형의 U I형 및 W I형 급전전코일 설계", 전력전자학회 논문지, 제16권, 제3호, pp. 274-282, 2011, June.
- [2] 정구호, 이경훈 외 12인, "온라인 전기 자동차를 위한 급전 및 집전 시스템", 전력전자학회 하계학술대회 논문지, pp. 218-219, 2010, July.