

히터를 포함하는 인버터 세탁기에 대한 EMI 대책

정용채¹, 김정태², 이해상², 조동윤²
 남서울대학교¹, 상신전자²

EMI Solution for Inverter Washing Machine with Heater

Yong Chae Jung¹, Jung Tae Kim², Hae Sang Lee², Dong Youn Cho²
 Namseoul University¹, Sangshin Electronic²

ABSTRACT

가전제품에서 EMI 대책은 매우 중요한 부분 중의 하나이다. EMI 대책 중 적절한 EMI 필터를 설계하는 것은 매우 중요하다. 따라서 본 논문에서는 히터를 포함하는 세탁기에 있어서 히터의 위치에 따른 EMI 특성을 분석하고 이에 적합한 EMI 필터를 제안한다.

1. 서 론

전기전자제품들은 상품화하려면 필히 EMI 규격을 만족해야 한다. EMI 규격을 만족하려면 설계단계에서부터 EMI를 고려한 설계가 되어야 한다^{[1][4]}. 하지만 대부분의 제품은 개발이 거의 완료되는 시점에서 EMI 대책을 진행한다. 그러다보니 시간과 추가비용이 더 들어간다.

가전제품 중에서 세탁기 또한 EMI를 만족해야 한다. 세탁기의 기능 중 세탁물을 삶기 위해서 물을 가열하는 히터를 포함하는 모델이 있다. 그런데 히터의 출력이 크기 때문에 EMI 필터의 전류용량도 커져야 한다.

따라서 본 논문에서는 기존의 EMI 필터를 대체할 수 있는 새로운 EMI 필터를 제안하고 실험을 통해서 확인하였다.

2. 인버터 세탁기의 EMI 특성 분석

그림 1은 히터를 포함하는 인버터의 구성도이다. EMI 필터는 인버터와 히터의 전류를 모두 감당해야 한다. 이 경우 EMI 필터에 포함되는 CM(Common Mode; 공통모드) 초크나 DM(Differential Mode; 차동모드) 초크의 전류값이 커지기 때문에 각 초크의 크기가 커질 수 밖에 없다.

세탁기에 사용되는 히터의 특성을 파악하기 위해서 히터 양단의 전압과 전류파형을 측정하였는데 그림 2와 같다. 그림에서 알 수 있듯이 히터는 RL부하의 특징을 가진다. 여기서 히터의 전류파형이 깨끗한 사인파이며 전압과 대략 120도의 위상차를 가지는데 이를 수식으로 표현하면 식 (1)과 같다.

$$I = \frac{V}{R^2 + (\omega L)^2} \angle -\tan^{-1} \frac{\omega L}{R} \quad (1)$$

이 식과 그림 2의 데이터를 이용하여 계산하면 히터의 저항은 4.5Ω이고 인덕턴스는 6.89mH이다.

히터의 전류가 60Hz 사인파이기 때문에 EMI 노이즈는 없다

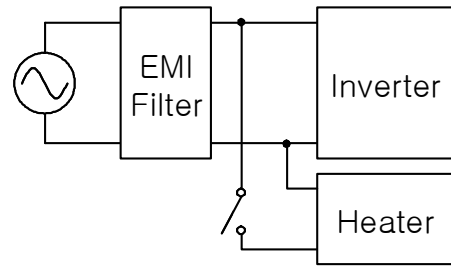


그림 1 인버터 세탁기의 구성도
 Fig. 1 Schematic diagram of Inverter washing machine

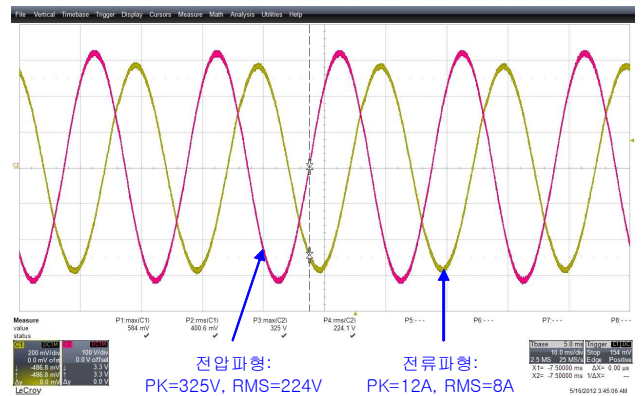


그림 2 히터 동작 시 실험파형
 Fig. 2 Experimental waveforms for heater operation

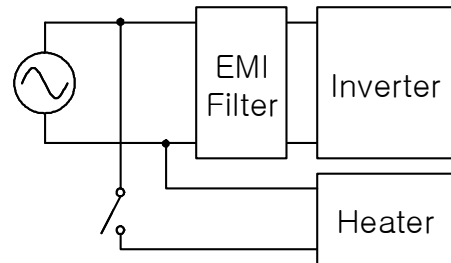
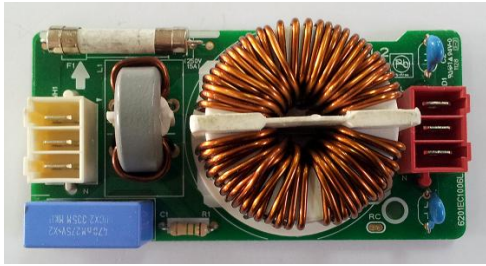
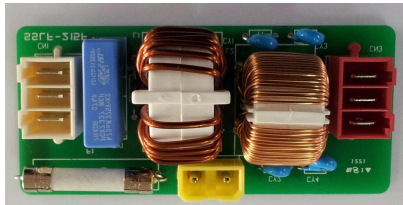


그림 3 제안된 인버터 세탁기의 구성도
 Fig. 3 Proposed Schematic diagram of Inverter washing machine

고 없다고 판단할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 그림 3과 같이 히터의 위치를 EMI 필터 앞으로 빼는 구성을 제안하였다.



(a) 기존의 EMI 필터



(b) 제안된 EMI 필터

그림 4 두 EMI 필터의 사진

Fig. 4 Photographs of Two EMI Filters

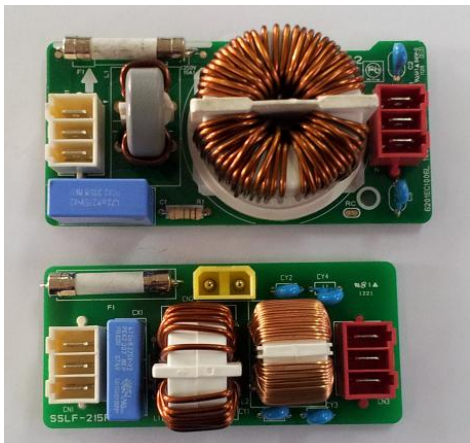


그림 5 두 EMI 필터의 비교

Fig. 5 Comparison of Two EMI Filters

이 경우 EMI 필터의 진류정격은 인버터에 의해서만 결정되기 때문에 좀 더 작고 저렴하게 구성할 수 있다.

3. 실험결과

기존의 방식은 그림 4(a)와 같이 큰 코어를 가지는 CM 필터를 사용해야 한다. 하지만 제안된 방식은 그림 4(b)와 같이 작은 코어를 가지는 CM 필터를 사용한다. 같이 비교해보면 그림 5와 같이 크기가 30% 정도 줄어든다. 그림 6은 앞에서 언급한 두 EMI 필터에 대한 측정치이다. 두 가지 모두 규격선을 만족하는 것을 알 수 있다. 각 측정데이터에서 위의 데이터가 피크값이고 아래의 데이터가 평균값이다. 두 경우 모두 거의 전 대역에 걸쳐서 20dB의 여유를 갖도록 설계가 되었다.

4. 결 론

본 논문에서는 히터를 갖는 세탁기에 대해서 히터의 특성

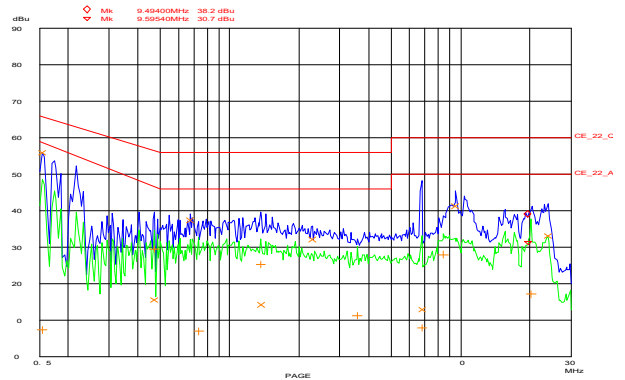


그림 6 기존 EMI 필터에 대한 측정치

Fig. 6 Measurement value for the conventional EMI Filter

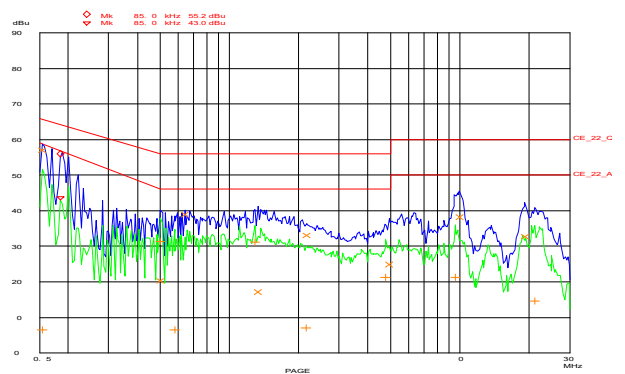


그림 7 제안된 EMI 필터에 대한 측정치

Fig. 7 Measurement value for the proposed EMI Filter

을 파악하여 히터의 위치에 따른 EMI 필터의 설계에 대해서 논의하였다. 히터의 위치를 앞으로 위치시켜서 같은 EMI 특성을 가지면서도 EMI 필터의 크기를 줄일 수 있었다.

이 논문은 상신전자의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

참 고 문 헌

- [1] 정용채, "저전력 스위칭 전원회로에서의 EMI 분석 및 대책", 전력전자학회 논문지, 제6권, 제2호, pp. 141-148, 2001, April.
- [2] 정용채, "노이즈 분리 기법을 이용한 전도 EMI 필터의 모델링 및 설계 알고리즘", 전력전자학회 논문지, 제9권, 제3호, pp. 260-266, 2004, June.
- [3] 이성희, 김이훈, 김영규, 원충연, 김태덕, 김대경, "에어컨용 PFC Boost Converter의 전도 노이즈 저감", 전력전자학회 논문지, 제8권, 제5호, pp. 260-266, 2003, October.
- [4] Mohammad Rouhollah Yazdani, Hosein Farzanehfard and Jawad Faiz, "Classification and Comparison of EMI Mitigation Techniques in Switching Power Converters A Review", Journal of Power Electronics, Vol. 11, No. 5, pp. 767-777, 2011, September.