

유도가열 조리기의 대기전력 저감 방법에 관한 연구

김민조*, 안강순*, 오용승*
(주)Willings*

A Study on reduction methode of standby power lose for induction-heating cooker

Min-Jo Kim*, Kang-Soon Ahn*, Young-Seung Oh*
Willings.co.Ltd*

Abstract - 본 논문은 유도가열 조리기 회로에서 대기시 사용되는 전력 절감방법을 제안한다. 고안된 제어 방식은 주 전원 라인에 Relay를 추가하여 대기시 주 인버터 회로 전력 소비를 차단하고, 보조전원으로 사용하는 SMPS의 다출력용 대기시 사용되지 않는 출력들을 Relay를 이용하여 제어함으로써 차단하는 방법이다. 제안된 방법으로 대기시 소비되는 전력을 1W 미만으로 절감하고, 이를 회로에 적용하여 대기전력을 측정하였다.

1. 서 론

과거에는 제품의 디자인, 기능에 집중하여 여러 회로를 추가함으로써 제품을 사용하지 않는 대기시에도 전력을 소비하게 되었다. 그러나 이렇게 낭비되는 대기전력량이 국가 전체적으로 많은 손실을 가져와 이를 개선하고 줄이는데 범국가적으로 노력을 기울이고 있다. 예를 들어 '대기전력 경고 라벨제'를 도입하여 대기전력이 규정수준 미만의 제품에는 경고 라벨을 부착해 판매자에게 불이익을 주는 제도를 세계 최초로 도입해 시행에 들어간다. 이렇게 국가에서 주도적으로 시행하는 이유는 전력 소비량이 포화 상태에 이르렀고 앞으로는 모든 제품들이 네트워크로 연결되어 현재 사용되는 전력량보다 소비량이 늘어날 것이라는 전망에서이다. 이러한 추세에 맞추어 전기전자 업체에 있어 가장 큰 화두는 대기전력 1W 미만의 제품을 적극적으로 개발하는 것이다. 현재 거의 모든 가전제품에 대해 개발이 진행되고 있다. 향후에는 이런 개발 모델들이 차별화되어 소비자의 선택을 유도할 것이며 모든 제품에 적용이 가능하도록 할 것이다. 또한 에너지의 효율적인 사용과 국가적으로 소모되는 대기전력을 절감하기 위하여, 모든 제품에 대기전력 기준을 두고 이를 만족하는 제품을 개발하는 것이 반드시 이루어져야한다.

유도가열 조리기(Induction heating cooker)의 경우 안전성을 이유로 대기시에 사용하지 않아도 무방한 많은 기능들에 항상 전원이 인가되어 동작하고 있다. 또한 인버터의 제어용으로 사용되는 DSP(Digital Signal Processor)에도 항상 전원이 인가되어 전력을 소비한다. 대기시에 전원이 많이 소모되는 또 하나의 요소는 전원 입력단의 방전저항과 LC Filter에서 소모되는 전력이다.

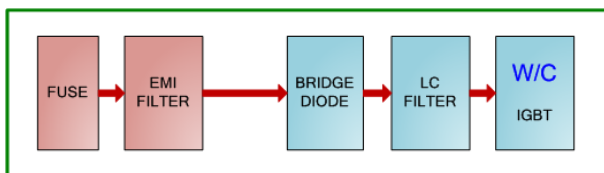
본 논문에서는 대기시에 소모되는 전력을 저감하기 위하여 입력 필터 부 전단에 Relay를 추가하고 보조전원에 사용되는 전원을 차단하여 개선하고 적용하여 대기전력량을 우수하게 개선하였다.

2. 본 론

2.1 인버터에서의 대기시 소비전력

대개의 경우 일반 가정에서는 그 제품의 수가 많고 빈번히 자주 사용하는 제품의 경우는 전원 플러그를 연결한 상태로 방치한다. 이렇게 상용전원에 제품을 차단하지 않은 상태로 보관하면 미소하지만 적은 전류가 흐르게 되고 전력의 낭비로 나타난다. 가정 뿐만 아니라 사무실, 공공건물내의 항상 연결된 제품들을 줄이게 찾아 볼 수 있다.

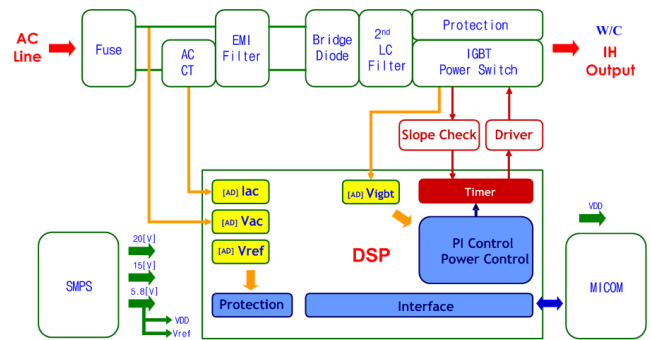
유도가열 조리기의 경우 상용전원이 연결되었을 때, 주 전원이 흐르는 곳을 살펴보면, EMI Filter에서 전력소모. Bridge가 동작하여 미소량의 전류가 흐르고, 2차 LC Filter에서 소비하는 전력, 방전저항에서 소비하는 전력으로 나눌 수 있다.



<그림 1> 주 전원회로 Block Diagram

그림 1은 유도가열 조리기에 적용되는 인버터의 Block Diagram을 나타낸 것이다. 상용전원을 공급받아 정류시켜 Class E 인버터 회로를 이용하여 출력하는 인버터의 Bolck Diagram이다. 보조전원으로 사용되는 SMPS는 Class E 인버터를 제어하는 DSP 및 주변회로에 전원을 공급하고, 유도가열 조리기 전체를 제어하는 Micom에 전원을 공급하고, 그 외 추가회로의 동작을위해 전원을 공급하고, 그 토폴로지는 RCC(Ringing Choke Converter)를 사용한다.

2.1.1 인버터 각 부의 대기전력 측정



<그림 2> 유도가열 인버터의 전체 Block Diagram

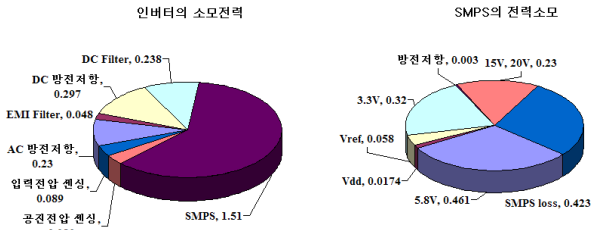
EMI Filter를 포함한 주 인버터 회로에서 소비되는 전력, SMPS가 항상 전원을 공급하는 상태에 있으므로 SMPS 자체가 소비하는 전력, 각 보조 전원단에 연결된 방전저항들이 소비하는 전력, 그 외 유도가열 조리기에서 소비하는 전력이 존재한다. 각 부분에서 소비하는 전력을 측정하기 위해 우선 IH Output에 연결된 W/C(Working Coil)을 제거하여 측정하고, Thermal Fuse를 제거하여 SMPS를 동작하지 않는 상태로 측정하고, SMPS의 전원 중 Vref와 Vdd 전원만 동작시키고(제어용 DSP와 Micom 동작위해 항상 전원 공급 되어야함) 나머지 15V 전원과 20V 전원을 차단하여 각 부분에서 소모되는 전력을 측정하였다.

<표 1> 각 부의 대기전력량 측정

위 치	소모전력
AC 방전저항, EMI Filter	0.278[W]
DC 방전저항, DC Filter	0.535[W]
공진전압, 입력전압 센싱부	0.172[W]
SMPS	1.515[W]
- 5.8V	0.461[w]
- Vdd	0.017[W]
- Vref	0.058[W]
- 3.3V	0.32[W]
- 방전저항	0.003[W]
- 15V, 20V	0.23[W]
- SMPS loss	0.423[W]

표 1에서 보는 것과 같이 유도가열 조리기의 대기시 소비되는 전력량은 2.495[W]이다. EMI Filter와 AC 방전저항에서 0.278[W], DC 방전저항과 DC Filter에서 소비하는 전력량은 0.535[W], 공진전압과 입력전압을 센싱하기 위해 사용한 저항에서 소비하는 전력 0.172[W], 그리고 보조전원 회로에서 소비하는 전력 1.515[W]가 존재한다. 아래 그림 3의 좌

측 그림은 인버터의 소모전력을 Graph로 나타내었고, 우측 그림은 SMPS의 각 출력측을 세부적으로 결과를 Graph로 나타낸 것이다.

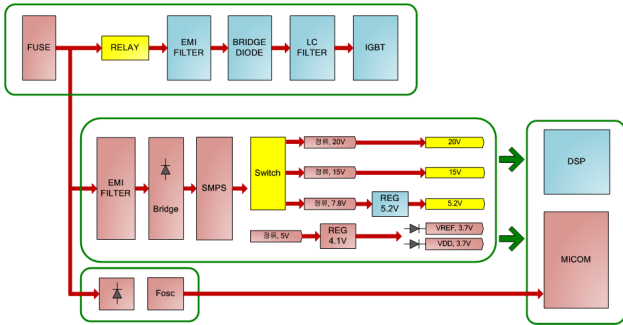


〈그림 3〉 각부의 대기전력 측정 Graph

위의 측정 결과로 볼 때 주 전원이 흐르는 회로 부분, 입력전압 검출을 위한 분압저항, 15[V], 20[V] 전원을 개선한다면 대기전력을 원하는 기준치 내로 달성할 수 있다.

2.2 대기전력 알고리즘 적용 후 인버터의 대기전력

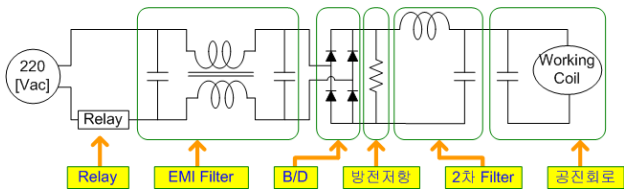
아래 그림 4는 2.1.1의 대기시 전력을 측정된 결과를 토대로 대기전력 1[W] 미만으로 저감하여 그 회로를 적용한 Block Diagram을 나타낸 것이다. EMI Filter, Bridge Diode, 2차 Filter 회로를 Relay를 이용하여 대기시에 차단하였다. SMPS의 topology를 Flyback 형식으로 바꾸고 제어용으로는 PI사의 On-Chip를 사용하였다. 또한 보조전원은 대기시에 사용하지 않는 전원을 Relay를 이용하여 차단하였다.



〈그림 4〉 대기전력 개선 회로의 Block Diagram

2.2.1 주 전원 회로에서의 개선내용

주 전원 회로에서의 낭비되는 부분은 W/C과, 2차 LC Filter, EMI Filter 등이 있다. 개선 회로에서는 EMI Filter단 전에서 Relay를 추가하여 대기시에 차단시키고, 인버터 출력시에는 Relay를 동작시켜 전류가 흐를 수 있게 한다.



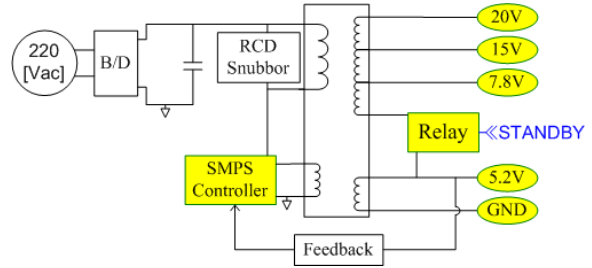
〈그림 5〉 주 전원부의 Relay 추가

그림 5에서 보는것과 같이 주 전원단에 Relay를 추가하여 주 전원단에 흐르는 전류를 차단시킨다.

2.2.2 보조전원 회로에서의 개선내용

아래 그림 6에서 보는 것과 같이 Relay를 마이컴으로 제어하여 대기시 불필요한 전원을 차단시킨다. 대기시에는 Standby 신호가 '0'이되어 20V, 15V, 7.8V 전원이 차단되어 앞서 언급한 세 가지의 보조 전원이 공급되지 않는다. 또한 인버터를 제어하는 DSP에도 전원이 공급되지 않는다.

표 1에서 측정된 대기전력에서 보듯이 .보조전원단의 20V, 15V를 차단하였을 시 약 0.3[W]의 전력을 절감할 수 있다. SMPS 자체가 소모하는 전력을 줄이기 위해서 보조전원을 On-Chip으로 설계하여 제작하였다. 이러한 방법으로 개선한 SMPS에서 RCC type의 소모전력보다 약 0.4[W]를 절감할 수 있었다.

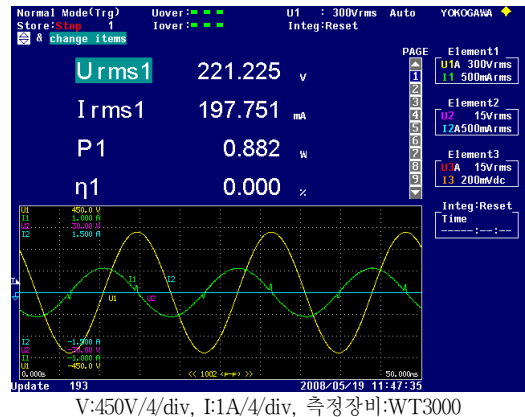


〈그림 6〉 보조 전원부의 대기전력 절감 회로

2.2.4 대기전력 측정 결과

인버터 회로에서 약 0.7[W]의 대기전력을 줄이고, 보조전원에서 약 0.3[W], 그리고 SMPS가 자체적으로 소모하는 전력 1.515[W]에서 0.65[W] 가량을 절감했다. 약 2.495[W]의 대기전력을 개선 후 1[W] 미만으로 줄임으로써 만족할만한 수준에 도달했다.

아래 그림 7의 측정결과에서 보듯이 개발된 인버터 회로를 유도가열 조리기 시스템에 적용하여 대기전력량을 측정된 결과는 0.882[W]로 측정되었다.



〈그림 7〉 전체 시스템의 대기전력 측정

3. 결 론

유도가열 조리기의 인버터부와 SMPS부분을 개선하여 개선되기 전후의 대기전력량을 측정하였다. 개선하기 전의 회로는 EMI Filter, Bridge Diode와 2차 LC Filter, Working Coil에서 전력을 낭비한다. 보조 전원으로 사용하는 SMPS에서도 15V단, 20V단, 그리고 SMPS 자체적으로 소모하는 전력을 포함하여 약 2[W]가 측정되었다. 그러나 대기전력 절감 방안 개선후, 개선전의 EMI Filter의 나머지 소자에서 소비하는 전력을 절감하고, SMPS또한 Relay를 추가하여 사용하지 않는 전력을 차단시켜 줌으로써 대기시에 소모되는 전력을 절감할 수 있었다. 그 결과로 전체 시스템에 적용하여 측정된 결과 0.882[W]의 만족할만한 수준의 대기전력 달성할 수 있었다.

[참 고 문 헌]

[1] Jee-Hoon Jung, Jong-Moon Choi, Joong-Gi Kwon, "Novel Technique of the Reduction of Standby power Consumption for multiple output converter", Applied power electronics conference and Exhibition 2008, page 1575~1581, 2008
 [2] Hang-Seok Choi, D.Y Huh, "Techniques to minimize Power Consumption of SMPS in Standby Mode", Power Electronics Specialists Conference 2005 PESC'05 IEEE 36th, page 2817~2822, 2005
 [3] 김남균, "국내 가전기기의 대기전력 현황과 전망", 電力電子學會誌, 제11권 4호, pp 22~25, 2006