

자동 공진 추종기법을 이용한 온풍기 개발

문정훈¹, 이정환¹, 박성미², 박성준¹
 전남대학교 전기공학과¹, 한국승강기대학교²

Developing heater using automatic resonant frequency tracking method

Jeong-Hoon Moon¹, Jung-Hwan Lee¹, Seong-Mi Park², Sung-Jun Park¹
 Dept. of Electrical Eng., Chonnam National University¹, Dept. of Design Lift, Korea Lift College²

ABSTRACT

농업용 하우스의 온방장치로 기존의 경유식 온풍기 구조에서 전기식 온풍기 구조로 바뀌고 있으며, 전기식 온풍기의 경우 멸균을 겸하는 고주파 유도가열 온풍기 적용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 자동공진 추종기법을 이용한 정격 시 공진형 영전류 스위칭 방식이 이루어질 수 있고, 온풍기 특성에 맞는 새로운 주파수제어 영역을 사용하여 제어하였다. 또한 새롭게 제안하는 공진점 추종 제어 기법을 사용한 유도가열 시스템을 구현 하여, 이에 대한 시뮬레이션과 실험을 통하여 타당성을 증명하였다.

1. 서 론

농업용 하우스는 온방장치에 의해 고온 다습한 특성으로 세균 및 곰팡이 균 번식으로 인한 피해가 속출하고 있다. 이러한 세균 번식을 방지할 수 있는 한 방법으로, 기존의 경유식 온풍기 구조에서 전기식 온풍기 구조로 바뀌고 있으며 전기식 온풍기의 경우 멸균을 겸하는 고주파 유도가열 온풍기 적용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 상용 제품의 자료를 따르면 고주파 유도가열 온풍기의 열효율은 99.2[%], 에너지 효율은 95.4[%]의 성능이 입증 되었다. 기존 농업용 난방의 90[%] 이상이 경유나 등유 온풍기를 사용 하였고, 에너지 효율이 80[%] 수준인 것에 비해 최고 15.4[%]의 난방비 절감 효과를 기대할 수 있다고 밝히고 있다. 따라서 본 연구에서는 유도가열 온풍 시스템을 적용하였고, 새로운 전력 기반 공진점을 추종 기법을 사용하여 개선된 시스템 구축이 가능할 것으로 판단된다.^[1]

2. 본 론

2.1 RLC직렬 공진회로

고주파 유도가열은 일반적으로 공진회로를 사용하여 피가열체 자신에 의해 직접 가열하는 방식으로 피가열체를 가열원으로부터 완벽한 분리, 차단이 가능하여 각종 오염을 방지할 수 있다. 이러한 피가열체를 가열원과 분리는 피가열체의 온도를 높일 수 있어 온풍기용으로 사용하는 경우 공진중의 각종 세균을 고온에서 멸균 할 수 있는 장점이 있다.

그림 1은 RLC직렬 공진회로를 나타내고 있다. 이러한 공진회로는 주파수에 따라 임피던스가 식 (1)과 같이 변하게 되어

주파수 제어를 행할 경우 출력이득은 그림 3과 같이 변하게 된다. 즉 Resonant Tank (Ls, Cs)과 Load (Rs)은 Voltage Divider 회로를 형성하여 인가주파수가 공진주파수 일 경우 이득이 1이 되는 Buck-Type으로 동작한다.

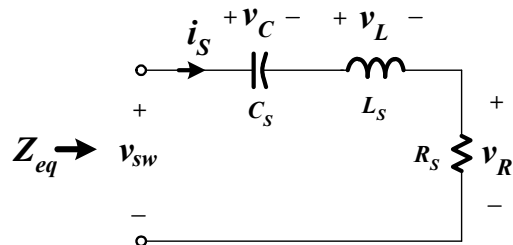


그림 1 RLC직렬 공진회로
 Fig. 1 The RLC series resonant circuit

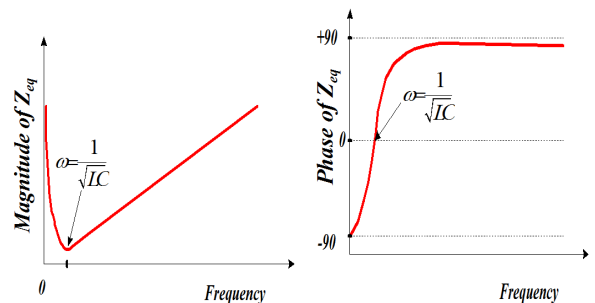


그림 2 RLC직렬 공진회로의 주파수 특성
 Fig. 2 Frequency characteristic of the RLC series resonant circuit

$$Z_{eq} = R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C} = \frac{\omega RC + j(\omega^2 LC - 1)}{\omega C} \quad (1)$$

그림 3의 공진형 특성에서 일반적인 전력변환기는 공진주파수보다 높은 영역에서 동작하여 스위칭 소자의 ZVS 동작이 이루어진다. 이와 같이 스위칭 주파수를 공진 주파수보다 높은 영역에서 동작할 경우 출력전압의 감압비에는 한계가 있다. 비닐하우스와 같이 밀폐된 공간에서 열을 발생하는 경우 전력변환기의 효율은 큰 문제가 되지 않으며, 단지 스위칭 소자의 방열이 문제가 되는 경우가 대부분이다. 그리고 스위칭 소자 방열은 대부분 정격에서 문제가 된다. 따라서 비닐하우스 온풍기

용 전력변환기는 기존의 스위칭 주파수보다 낮은 영역인 공진 주파수 이하에서 동작하여 출력을 가변시키는 구조가 타당할 것이며, 이로 인하여 출력이 증가할수록 스위칭 소자는 Soft switching 방식으로 동작하고 경부하일수록 Hard switching 방식으로 동작하게 되어 방열문제를 해결할 수 있다.

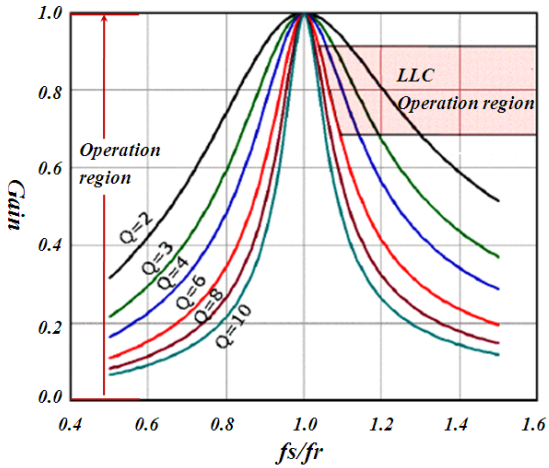


그림 3 주파수에 따른 이득곡선
Fig. 3 Gain curve according to the frequency

2.2 제안된 온풍기 시스템

그림 4는 제안된 온풍기 시스템을 나타내고 있다. 전력변환기는 Half-bridge로 구성되어 주파수 제어를 행하게 된다.

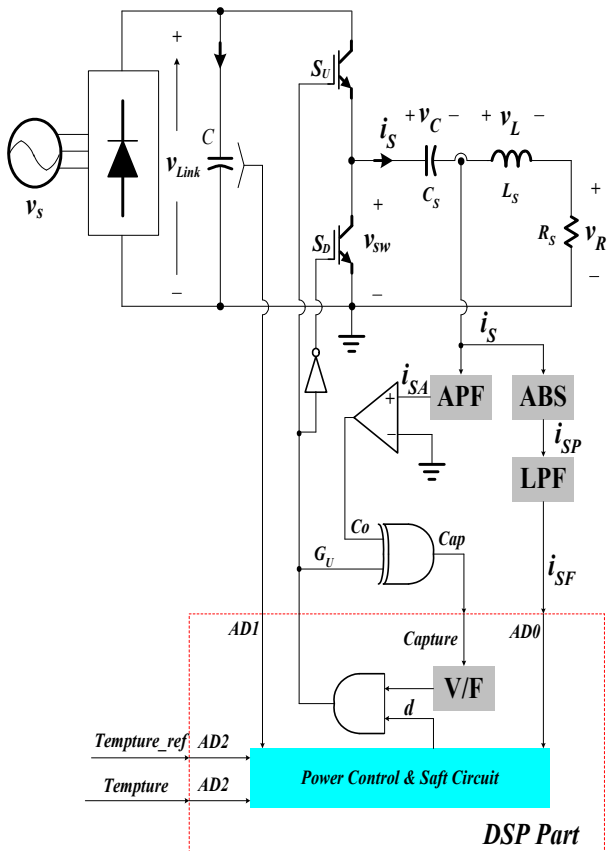


그림 4 제안된 공진형 컨버터 시스템
Fig. 4 The proposed resonant converter system

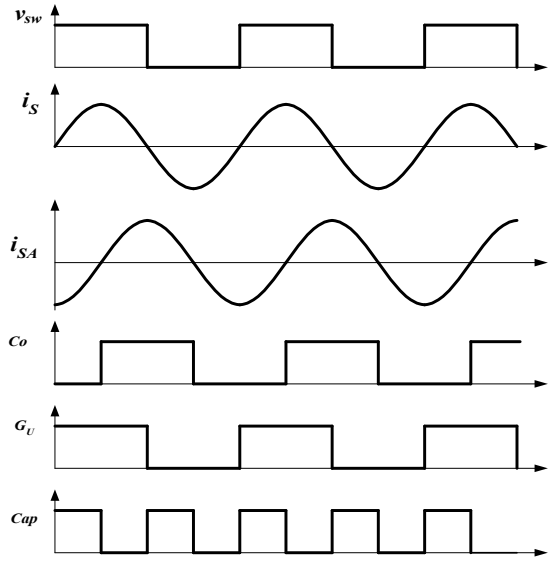


그림 5 제안된 시스템의 동작 파형
Fig. 5 Operating waveforms of the proposed system

그림 5는 제안된 시스템의 동작파형을 나타내고 있다. RLC 수동 공진회로에서 최대 위상차는 180도가 되면, 위상차 검출에서 진상지상 모두를 검출하기 위해 All pass filter를 통하여 전류위상을 90도 지연하였으며, 그 위상차를 DSP의 capture신호를 사용하여 검출 후 V/F컨버터 기능에 의해 공진용 전력변환기의 Gate신호에 사용한다.

그림 6은 시스템 사진과 공진전류(i_s) 및 Cap파형을 나타내고 있다.

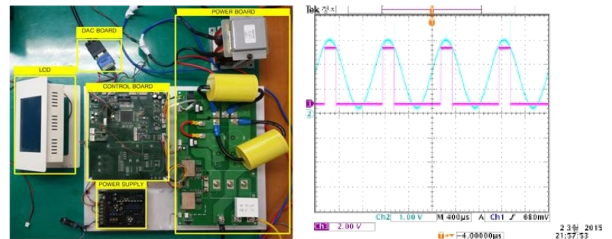


그림 6 시스템 환경 및 파형
Fig. 6 System environment and waveform

3. 결 론

본 논문은 비닐하우스 온풍기용 직렬공진 타입의 고주파 유도가열시스템을 제작하고, 공진주파수보다 낮은 영역에서 스위칭 주파수를 동작시켜 출력파워의 변동변위를 증가시켰다. 그 출력이 증가할수록 스위칭 소자는 Soft switching 방식으로 동작하여 효율이 상승하였으며, 경부하에서는 효율이 저감하나 방열판 온도는 감소함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] Sang-Hun Lee, Sang-Kil Lim, Seung-Gun Song, "The Induction Heating System of A Novel Automatic resonance point tracking method", THE KOREAN INSTITUTE OF POWER ELECTRONICS, pp. 439-440, 2015, July.