

전자안정기를 이용한 원거리 공진형 이그니터회로에 관한 연구

김태훈, 이우철
한경대학교

Studies on the long-distance ignition circuit using the electric ballast

Tae Hun Kim, Woo Cheol Lee
Hankyong National Univ

ABSTRACT

A studies about HID resonanse ignition circuit. it need more than 2kV of the output voltage. then the breakdown voltage of the output capacitor must be higher, size of the capacitor must be larger, and price are higher. so were studied possible ways by resonating by distributing the secondary number of turns of the transformer, it would reduce the breakdown voltage of the output capacitor. we also studied the method can be lit at long distance, to control the resonance frequency in dependence on its parasitic capacitor that vary according to the length of the wire.

1. 서론

HID(high intensity discharge) 램프는 고휘도 방전램프라고 하며 각종 가스 중의 방전에 의한 발광 원리를 이용한 램프로 수은램프, 나트륨램프, 메탈할라이드램프 등이있다. 특징으로는 고휘도, 고효율, 장수명, 소형화 등의 많은 장점을 가지고 있어 여러 분야에 사용되어지고 있다.

2. 본문제목

2.1 이그니션회로

공진형 이그니션 회로를 개선하는 것을 목표로 회로를 그림 1과같이 설계하였다.

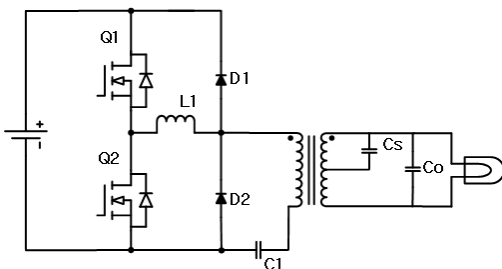


그림 1 변압기 2차측을 분리하여 공진시킨 회로
fig. 1 the circuit was resonance by separating the secondary side of the transformer

다이오드 D1, D2는 과전압을 방지하기 위해 달아주어 공진하여 전압이 입력 전압보다 크게 상승할 때 클램핑 되어 과전압이 인가되는 것을 방지한다.

2차측의 공진 커패시터 Cs부분은 기존의 이그니터 회로에서는 변압기 2차측에 병렬로 연결되었지만 HID 램프를 점등하는데 있어서 2kV이상의 높은 전압이 요구되기 때문에 Cs의 전압 내압을 낮추기 위해 변압기 2차측 턴수비를 절반으로 분배하여 기존 9:68 턴수비인 변압기를 9:(34+34) 턴수비로 나누어 절반인 34턴에만 Cs를 연결해 주었다. Co 부분은 전선의 기생 커패시터스로 원거리에서 점등시 전선의 기생 커패시터스가 공진 주파수에 큰 영향을 줄 만큼 커지게 되기 때문에 고려해 주어야 한다.

2.1.1 인버터 동작, 변압기 모델링

회로의 인버터는 PWM 하프브릿지 인버터로 구성하였다. C1을 통해 직류전압을 제거하여 L1과 변압기와 C2로 구성된 공진 회로에 $1/2V_{dc} \sim 1/2V_{dc}$ 의 전압레벨을 갖는 구형파가 인가된다. 공진시 변압기의 전압은 정현파가 되며 입력전압의 절반보다 높아지는 전압은 다이오드에 클램핑 되어 과전압이 유지되는 것을 방지할 수 있다. 변압기의 모델링은 그림 2와같이 하였다. 측정 방법은 제작된 변압기 1차측과 2차측을 open, short하고 측정한 후 연립하여 Lp, Lm, Ls값을 구할 수 있다. 등가회하면 기존의 등가회로는 그림 3과같이, 개선된 등가회로는 그림 4와같이 나타낼 수 있다.

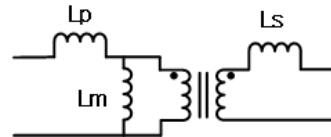


그림 2 변압기 모델링
fig. 2 Transformer modeling

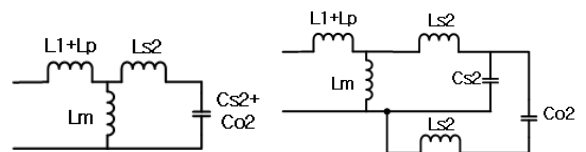


그림 3 기존의 등가회로
fig. 3 equivalent circuit of an existing

그림 4 개선된 등가회로
fig. 4 Improved Equivalent Circuit

기존의 등가회로는 인덕턴스부분을 병렬 계산하여 공진주파수를 비교적 간단하게 계산할 수 있다. 개선된 등가회로는 출력측 기생 커패시턴스가 없거나 무시할 수 있을 정도의 크기일 때에는 같은 같은 방법으로 구할 수 있다. 턴수비가 반으로 감소하였으므로 Cs는 등가시 1/4배로 감소하고 공진 주파수는 2 배로 증가하게 된다. 반면 Co가 무시할 수 없을 정도의 크기이면 정확하게 해석하기 매우 힘들고 설계시에도 어려움이 있기 때문에 안정기의 공진기동제어부 설계시에는 실험과 시뮬레이션을 이용한 측정값을 고려해 설계하기로 한다.

2.1.2 다이오드 동작

다이오드의 클램핑 동작은 그림 5와 같다. V(T)가 변압기 1차측의 전압으로 V(T)+V(c)가 Vin, 0 이 될 때 클램핑이 되며 변압기의 공진 전압과 L1, C1에 의해 파형이 나타나는 것을 알 수 있다.

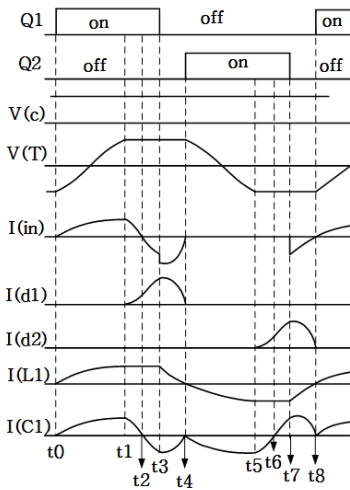


그림 5 다이오드 동작 파형
fig. 5 Diode operating waveforms

2.1.3 시뮬레이션과 실험

회로의 시뮬레이션은 PSIM 으로 하였다. 그림 6의 시뮬레이션 파형을 보면 파란색 파형이 변압기 1차측 전압파형이고 초록색이 Cs의 전압파형이고, 분홍색이 Co의 전압파형이다. 계산대로 공진주파수가 표 1는 같은 변압기로 측정된 기존 회로의 파라미터 값이다. 시뮬레이션과 계산으로 168kHz임을 알 수 있다. 표 2에서는 제안된 회로의 턴수비가 절반으로 감소하였으므로 Ls가 약 1/4배로 감소함을 확인할 수 있고 공진주파수는 2배로 증가하였음을 알 수 있다. 실험상으로 오차가 있지만 시뮬레이션에서 정확하게 맞는 것을 확인할 수 있다.

N1 : N2	Lm	Lp	Ls	Fc
9:68	7.33uH	2.27uF	53uH	168kHz
9:34+34	7.33uH	2.27uF	14.8uH	316kHz

표 1 변압기 파라미터 값
Table 1 Transformers parameter values

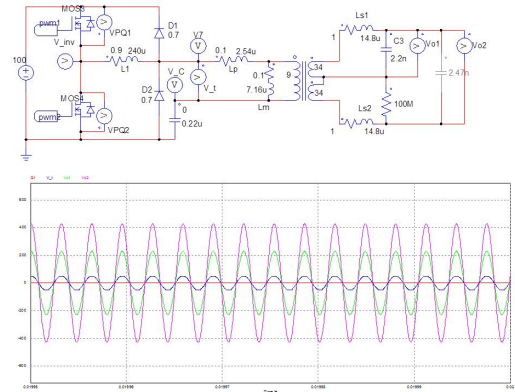


그림 6 9 : (34+34) 변압기의 시뮬레이션(316kHz)
fig. 6 Simulation of the transformer(316kHz)



그림 7 9 : (34+34) 변압기의 실험파형
fig. 7 Experimental waveforms of the transformer

3. 결론

이번 연구과제는 공진회로의 개선이 최우선 목표였다. 변압기 턴수비를 분배하여 9:68 턴인 변압기를 9:34+34 턴으로 분배하여 다시 설계함으로써 동일한 2차측 공진커패시터를 사용하며 전압부담을 줄일 수 있었고 공진주파수가 커지는 문제가 발생하긴 하지만 스위칭 주파수를 2배로 키우고 주파수를 sweep하여 공진기동하는 과정에서 주파수 범위를 맞게 맞춰주는 기능이 추가되어야 한다.

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2013년도 산학연협력 기술개발사업(No. C0116346)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고 문헌

- [1] 김형배, 정우진, 이우철, “HID 램프용 전자식 안정기의 정전력 디지털 제어” 전력전자학회논문지, Vol.2010 No.11 ,pp177 178, 2010
- [2] 김병철, 차현록, 김광현, “HID 램프용 퍼지제어 전자식 안정기” 전기학회논문지B, Vol. 51, No. 10, pp587 594, 2002