

# PWM 압전 변압기의 위상 및 펄스폭 제어

윤석택, 박홍원, 원영진, 이진호, 김진희  
한국항공우주연구원

**Abstract :** 압전 변압기(PT)는 전자제품의 전원 공급 장치에서 마그네틱 변압기의 대안으로서 소형화와 높은 절연 내압의 특성 등을 가지고 있다. 이는 시스템의 소형화와 절연 특성을 크게 높일수있는 장점을 지니고있다. 본 논문에서는 고정주파수 펄스폭 변조 압전 변압기의 구동을 위해, AM modulation을 이용한, 한 점에서의 센싱을 통한 위상제어와 펄스폭 변조 제어를 제안하였다. 이를 위해 EDF 소신호 분석을 하였고, 루프를 설계하여 검증하여 보았다.

**Key Words :** Converter, PWM, Phase, Small signal control

## 1. 서론

압전 변압기는 기계적 공진을 통해 전기 에너지를 전달하는 소자로서 컨버터의 크기가 중요한 시스템에서 마그네틱 변압기의 대안으로 제시되고 있다. 압전 변압기 어댑터의 설계에서 제어 방법은 크게 두 가지가 있다. 펄스 주파수 변조와 펄스폭 변조. 압전 변압기의 공진 주파수에서 동작할 때, 압전 변압기의 효율이 가장 좋다는 것이 알려져 있다. 동작 주파수가 공진 주파수로부터 멀어질수록 회전 전류가 증가해서 압전 변압기의 효율이 떨어진다. 그래서 펄스 주파수 변조 제어를 사용하는 압전 변압기 어댑터는 넓은 입력 전압 범위에 대해 특히, 높은 입력 전압 영역에서 낮은 효율과 열 문제를 가지게 된다.

본 논문에서는 우선 영전압 스위칭을 만족하면서 고정 주파수 펄스폭 변조 제어를 사용하는 압전 변압기 어댑터를 EDF를 이용하여 모델링 하고, Modulation 을 이용한 시그널 인젝션 방법을 이용하는 새로운 위상 제어 방법을 제안하고, 시뮬레이션으로 구현 하였다.

## 2. Operation of Proposed PT Converter

그림 1 은 active-clamp 회로로 이루어진 압전 변압기 컨버터의 회로 구성을 나타낸다. 그림 2 는 제안한 회로의 주요 파형을 나타내고 있다.

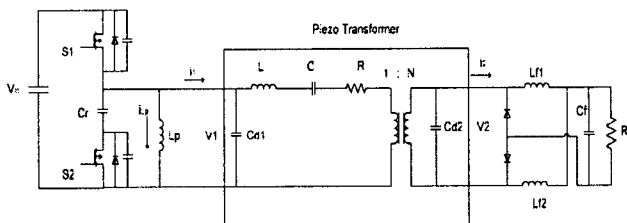


그림 1. 고정 주파수 PWM 압전 변압기 어댑터의 회로도

스위치 S1(D)과 S2(1-D)는 짧은 dead time을 가지고 서로 교번하여 동작한다. Dead time 동안, Lp에 저장된 에너지가 S1, S2의 출력 커패시터와 압전 변압기의 입력 커패시터, Cc1을 충전한다. 그 결과, 영전압 스위칭 동작이 입력 전압과 부하의 변동에 거의 독립적으로 이루어지게 된다. Lp의 양단에 걸리는 전압의 크기는 듀티비(D)에 의해 결정된다. 따라서 압전 변압기의 출력 전압, V2는 듀티비에 의

해 제어되고 이때 동작 주파수는 압전 변압기의 전압 이득이 최고인 주파수에 고정된다.

## 3. Control of Proposed PT Converter

펄스폭 변조 구동을 위해서는 압전 변압기의 동작 주파수가 공진 주파수 근처에서 이루어 져야 한다. 따라서 이를 위한 위상제어를 위한 모델링이 요구 된다. 또한 펄스폭 제어를 위해서 역시 모델링이 요구된다. 그림2는 EDF modeling을 통한 궤환 이득을 나타낸다. 그림에서 확인할 수 있듯이 위상, 이득의 margin이 충분함을 알 수 있다.

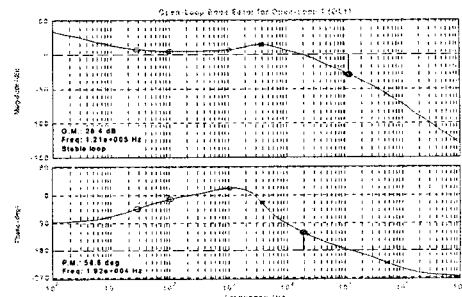


그림 2. 고정 주파수 PWM 압전 변압기의 궤환 이득

## 4. 결론

본 연구에서는 PWM 압전 변압기의 효율 개선을 위해 위상제어와 주파수 펄스폭 변조의 동시 제어를 제안 하였다. 펄스폭 및 위상 제어를 위해서 소신호 모델링을 통한 보상기 궤환 제어를 구현 하였다

## 참고 문헌

- [1] Ivensky, G.; Zafrany, I.; Ben-Yaakov, S.; "Generic operational characteristics of piezoelectric transformers" PESC, 2000. vol.3 pp. 1657 - 1662
- [2] Ben-Yaakov, S.; Lineykin, S.; " Frequency tracking to maximum power of piezoelectric transformer HV converters under load variations" PESC 2002. Vol. 2, pp. 657 - 662