

PWM 전압파형 하에서의 철손 측정

한남대학교 이과대학 물리학과 박연주*, 손대락, 조육
한국표준과학연구원 유권상

1. 서론

교류 전동장치를 효과적으로 제어하기 위하여 PWM 방식의 제어를 많이 사용하게 된다[1]. 그러나 PWM 전압파형 하에서의 철손 측정에 관한 연구는 매우 미흡하며, 국제적으로 표준화된 측정방법이 없다. 본 연구에서는 PWM 전압파형 하에서 철손을 측정하는 방법을 시도하였다.

2. 측정 원리

PWM 방식의 파형 발생은 Fig. 1.과 같이 정현파와 삼각형파를 비교하여 사각형파를 발생시켰다[1]. 이때 정현파의 진폭에 대한 삼각형파의 진폭 비를 1 ~ 1.5 범위에서 정현파 주파수에 대한 삼각형파의 주파수에 대한 비를 10 ~ 80 까지 변화 시켰다.

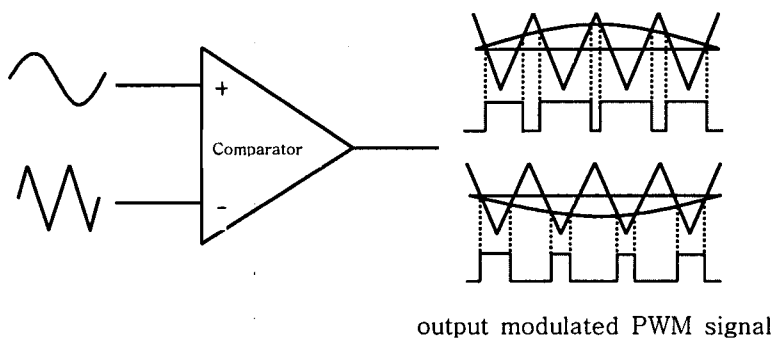


Fig. 1. Generation of PWM waveforms

3. 측정 장치

Fig.1과 같은 방법으로 계산 된 PWM 파형은 Fig.2의 측정 장치에서 waveform synthesizer를 사용하여 파형을 소프트웨어적으로 합성하였다. 파형합성기로부터 발생된 파형과 단일 전기강판 측정 장치의 이차코일에 유도되는 기전력의 파형 즉, 시편의 자기유도의 시간변화율에 비례하는 기전력과 같게 하기 위한 negative-feedback은 파형합성기의 파형과 이차코일에 유도되는 기전력의 파형과의 전력 차이 값을 PI-제어방식을 사용하였다. 철손측정을 위한 B, H 신호의 측정은 2-CH digitizer 를 사용하여 2-CH를 동시에 digitize 한 후, 이를 컴퓨터로 가져와서 소프트웨어적으로 B, H 신호와 철손을 계산하였다.

4. 측정 결과

측정시편은 posco의 PN-14(무방향성 규소강판)을 사용하였고, 시편 사이즈는 8 cm × 8 cm 로 하였다. 정현파에서의 철손 측정은 주파수가 60 Hz 이며, 최대자기유도가 1.5 T 일 때 철손 값을 측정 하였다. 이때의 철손 값은 $P_c=4.99$ W/kg 이며, 측정 그래프는 Fig.3-(a)와 같다. PWM 전압파형 하에서의 철손 측정은 정현파 주파수가 60 Hz이고, modulation ratio는 25인 1.5 kHz로 최대자기유도는 1.5 T로 하였다. 이때의 철손 값은 $P_c=9.97$ W/kg 이며, 측정 그래프는 Fig.3-(b)와 같다. 측정을 해본 결과 PWM 파형 하에서의 철손 값이 정현파에서의 철손 값보다 약 2배나 큼을 확인 할 수 있었다.

5. 결론

본 연구에서는 PWM 전압파형 하에서의 철손 측정 장비를 구현하였고, 무방향성 규소강판의 PWM 전압파형에 따른 철손 값을 측정하였다. PWM 전압파형 하에서의 철손 값이 정현파 하에서의 철손 값보다 많이 증가함을 확인 하였다.

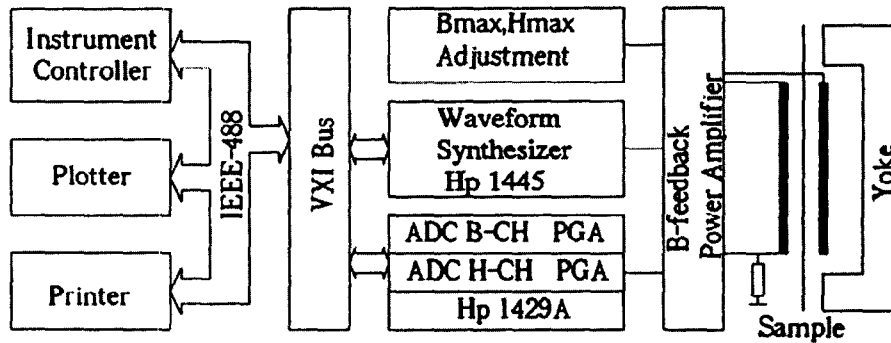


Fig. 2. Schematic diagram of the constructed SST core loss measuring system

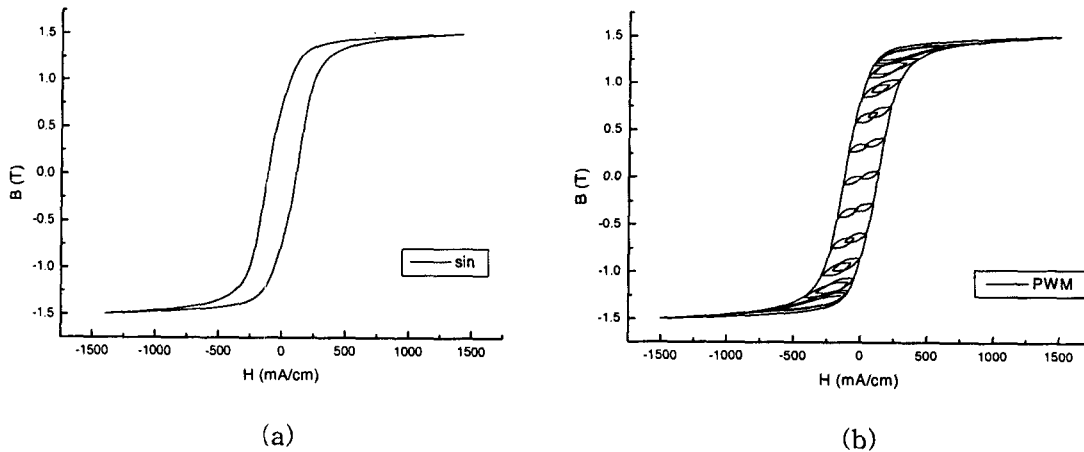


Fig. 3. ac hysteresis loops under sinusoidal waveform of magnetic induction (a) and PWM waveform (b)

6. 참고 문헌

- [1] A. J. Moses and J. Leicht, "Analysis of Magnetic properties of electrical steels in stator cores of inverter fed motors",