

## 력률개선회로에서 센다스트철심응용에 대한 연구

조승일, 유광동

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학연구부문에서는 과학기술로 경제발전의 길을 열고 과학기술로 경제를 이끌어 나가야 한다는 관점과 입장을 가지고 우리 경제의 자립성과 주체성을 강화하며 인민생활을 향상시키기 위한 과학기술적방안과 실행대책을 명확히 세우고 집행해나가야 합니다.》

전기 및 전자장치에서 능동력률개선회로를 적용하면 전력의 도중손실을 줄이고 전력 계통의 고조파이지러짐을 줄일수 있다.

일반적으로 전자장치들에서 종전의 정류회로를 리용하면 입구력률이 0.6~0.7정도이며 이로부터 산생되는 고조파이지러짐을 피할수 없다.[1] 그러므로 현재 전자장치들에서 능동력률개선회로를 도입할것을 필수적으로 요구하고있다.

론문에서는 능동력률개선회로의 유도도설계에서 센다스트철심의 적용에 대하여 서술하였다.

### 리론적고찰

일반전자장치들에서 전파정류회로의 구성과 전압, 전류파형은 그림 1과 같다.

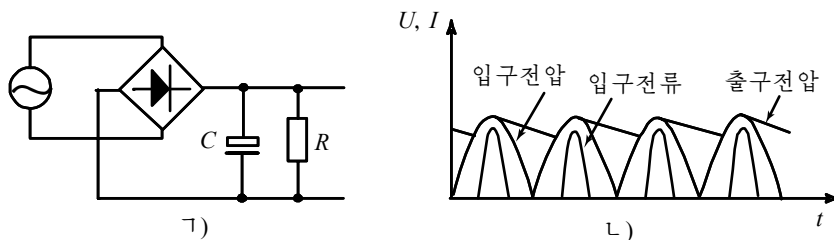


그림 1. 전파정류회로의 구성과 전압, 전류파형

1) 회로의 구성, 2) 전압, 전류파형

회로에서 보여준것처럼 회로의 최대전압이 커패시터의 방전전압보다 클 때에만 정류소자에 전류가 흐른다.

입구전류에는 기본파성분외에 많은 량의 고조파성분들이 포함되어있으며 조화파성분들이 많을수록 입구력률을 심히 떨어뜨린다. 이 경우에 입구전류의 모양이 뾰족임펄스형태이므로 홀수조화파를 산생시켜 력률을 0.6~0.7로 낮춘다. 일반전자장치들의 정류회로에서 력률이 낮은것은 전류파형의 이지러짐에 근원을 두고있다.

력률개선회로의 기본방식인 승압회로방식[2]을 그림 2에서 보여주었다.

력률개선회로의 기본원리는 정류회로와 커패시터사이에 PWM절환요소와 유도도, 고속2극소자를 넣어 교류입구전압을 시누스변조된 PWM임펄스렬로 바꾸어 커패시터로써 입구전류의 모양을 입구전압의 모양과 일치시키는것이다.

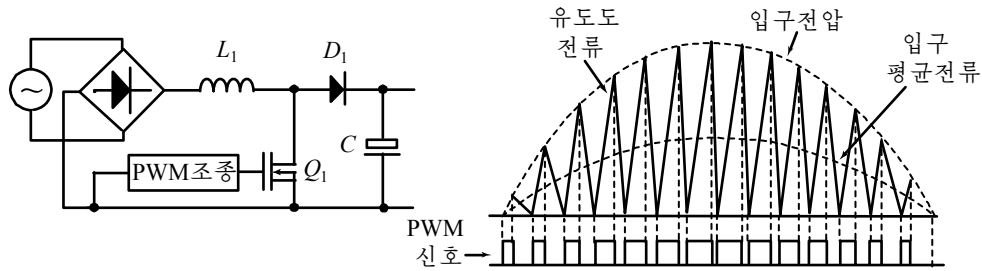


그림 2. 승압회로방식

력률개선회로에는 연속전도방식, 불연속전도방식, 리플너비조종방식, 경계전도방식 등 여러가지 방식이 있지만 현실에서는 고조파이지러짐이 작고 유도도맥동전류가 작은 연속전도방식을 많이 리용한다. 그림 3에 연속전도방식의 조종구성도를 보여주었다.

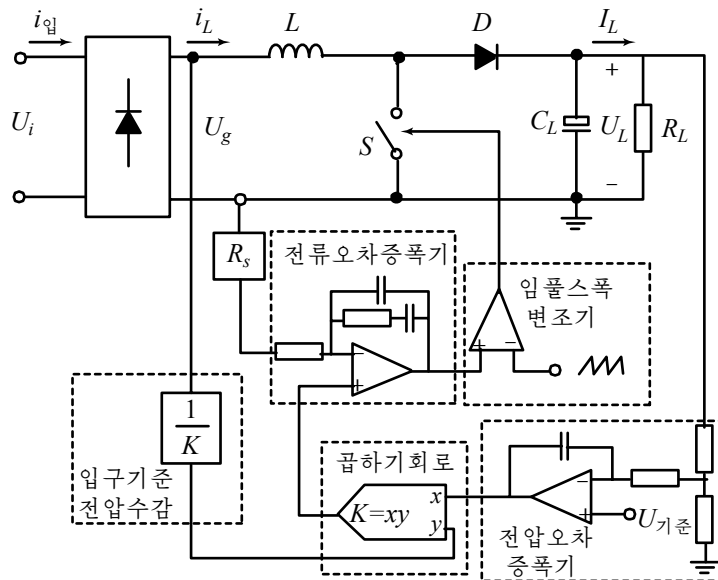


그림 3. 연속전도방식의 조종구성도

출구전압은 하나의 기준전압과 비교되며 그 전압차는 PWM조종기로 귀환되어 임펄스의 너비를 변화시키는데 쓰인다. 만일 출구전압이 높아지면 임펄스너비가 줄어들면서 출구전압을 정상값으로 회복시킨다.

일반정류회로에서는 전류파형이 심하게 이지러지지만 능동력률보상방법에서는 전류의 파형을 리상적인 시누스파로 정형하여 고조파를 제거해준다. 결국 전압과 전류의 위상이 일치하여 력률이 1에 가까와지며 파형자체도 시누스파형이므로 전원선에 주는 고조파전류 이지러짐이 작아 다른 전자제품에 주는 영향이 적다.

CCM(연속전도방식)에 의한 력률개선회로를 입구전압범위 90V–250V, 입구주파수범위 40Hz–60Hz에서 출력 2kW로 설계하였다. 조종소자로는 연속전도방식으로 조종하는 UC3854B를 리용하였다. 출구전압을 400V로 설정할 때 입구첨두전류는 다음과 같다.

$$I_{\text{첨}} = \frac{\sqrt{2} \times P_{\text{입}}}{U_{\text{입}}} = 31\text{A}$$

또한 충만비가  $D = (U_{\text{출}} - U_{\text{입}})/U_{\text{출}} = 0.77$  이고 유도도  $L$ 은 다음식으로 계산된다.

$$L = \frac{U_{\text{출}} \times D(1-D)}{f \times I_{\text{맥}}} = 175 \mu\text{H}$$

여기서  $I_{\text{맥}} = \Delta I \times I_{\text{철}} = 6.2\text{A}$  ( $\Delta I = 0.2$ 로 선정)이고  $f$ 는 절환주파수이다.

유도도에 저축되는 에너지  $E$ 와 철심자름면적들의 적은 다음과 같다.

$$E = 0.5(L \times I_{\text{철}}^2) = 0.084\text{J}, W_a A_c = 2E / (B_{\text{최대}} \times j \times k) = 8.4 / B_{\text{최대}}$$

여기서  $W_a$ 는 세로자름면적,  $A_c$ 는 가로자름면적,  $j=500\text{A/cm}$ 이며  $k=0.4$ 이다.

일반적으로 고주파에서 동작하는 자성재료는 초기투자률이 크고 유도선률의 높은 우량도를 보장할수 있도록 주파수대역이 넓다. 또한 에너지손실이 작으며 비선형이지러짐이 생기지 않도록 주파수, 온도 및 시간의 변화에 관계없이 일정한 투자률특성을 가져야 한다.

금속자성재료는 높은 주파수에서 회리손실이 크고 비선형이지러짐이 심하게 나타난다. 그러나 자기유전체는 강자성분말들이 서로 절연되어있으므로 회리손실이 작고 투자률의 안정성이 높다. 또한  $B-H$ 곡선이 거의 직선이므로 일정한 투자률특성을 가진다.

유도도철심으로 자기유전체재료인 센다스트웨이트를 선정하였다. 센다스트웨이트의 구성성분을 보면 Fe-85%, Si-9%, Al-6%이고 결합제로는 무기질결합제(물유리, 유리에 나멜)와 유기질결합제(페놀수지, 폴리스티롤)가 쓰인다.

센다스트웨이트는 포화자속밀도가 1T이며 자름면적들의 적이  $8.4\text{cm}^4$  이상인 웨이트의 규격은 77717-A7이다. 이 웨이트를 선정하여 유도도가 0.2mH로 되게 설계하였다.

## 실험결과 및 분석

회로설계결과  $C_{\text{입}} = 2\mu\text{F}$ ,  $C_{\text{출}} = 3000\mu\text{F}$ , 승압유도도는  $L = 200\mu\text{H}$ ,  $R_s = 10\text{m}\Omega$ 이다. 절환소자로는 IRFPS59N60, 고속2극소자로는 RHRU3060을 선택하였다.

그림 4에 입구전압과 전류파형을 보여주었다.

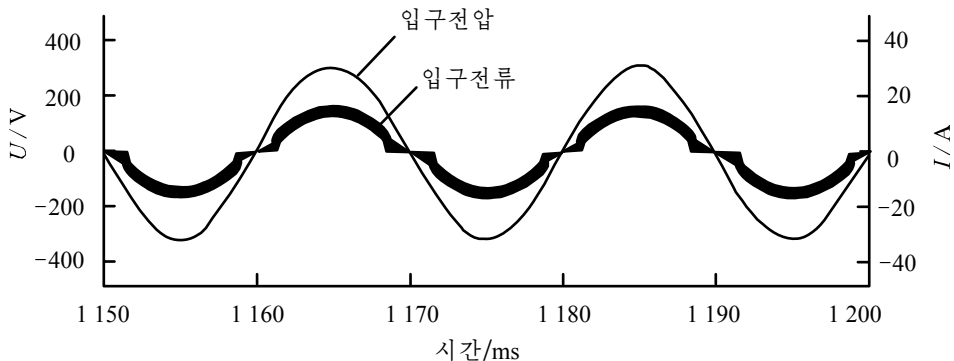


그림 4. 입구전압과 전류파형

그림 4에서 보여준것처럼 력률개선회로를 리용하면 입구전압과 전류의 파형을 리상적으로 일치시켜 력률을 0.99이상으로 보장할수 있다.

입구전압변화와 부하변화에 따르는 입구력률과 THD에 대한 측정결과를 표에 보여

주었다.

측정결과 입구력률은 전압변화와 부하변동에 대하여 항상 0.99로 보장되고 효율은 전압이 높고 부하가 클수록 높아지며 고조파이지러짐은 5%이하로 보장된다는것을 알수 있다.

표. 입구전압과 부하변화에 따르는 입구력률과 THD에 대한 측정결과

부하/W	입구전압/V	입구전류/A	력률	효율	THD/%
1 000	90	12.2	0.99	0.92	5.0
	200	5.4	0.99	0.93	4.3
2 000	90	23.9	0.99	0.94	4.7
	200	10.7	0.99	0.95	4.1

## 맺 는 말

력률개선회로용집적소자 UC3854B를 리용하고 유도도철심으로 센다스트철심을 리용하면 고조파이지러짐을 5%이하로 줄이면서도 입구력률을 0.99이상으로 높일수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] C. Bridge et al.; Fairchild Semiconductor Power Seminar 2008 — 2009, 1, 2009.
- [2] M. Bhardwaj; Texas Instruments SPRABS5, 7, 2, 2013.

주체109(2020)년 3월 5일 원고접수

## On Sendust Core Application in the Power Factor Correction Circuit

*Jo Sung Il, Yu Kwang Dong*

In this paper, we introduced the theory of power factor correction(PFC), and designed the inductance using sendust core. At the same time, a switching power supply based on UC3854 is designed and tested with high PF, efficiency and little harmonic.

Keywords: sendust, PFC