

고효율변압기의 이해

이 자료는 한국전력 수요관리실이 지난 10월에 발간한 고효율기기 가이드북에서 발췌했다.

▶ 글심는순서

1. 고효율 조명기기
2. 고효율 인버터
3. 고효율 전동기
4. 고효율 변압기

1. 변압기의 기본원리

■ 변압기란 무엇인가

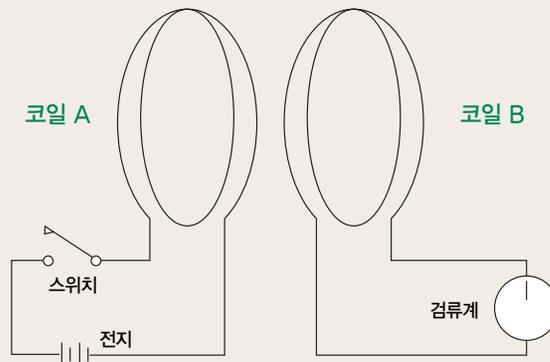
변압기란 철심과 둘 또는 그 이상의 권선을 가지고, 전자유도작용으로 전압 또는 전류를 변성하여 입력측에서 출력측으로 동일한 주파수의 교류전력을 전달하는 전자유도 기기로 직류 인가시에는 작용하지 못한다.

같은 원리와 구조의 기기로는 계기용 변성기, 유도전압조정기, 리액터 등 주변 기기가 많다.

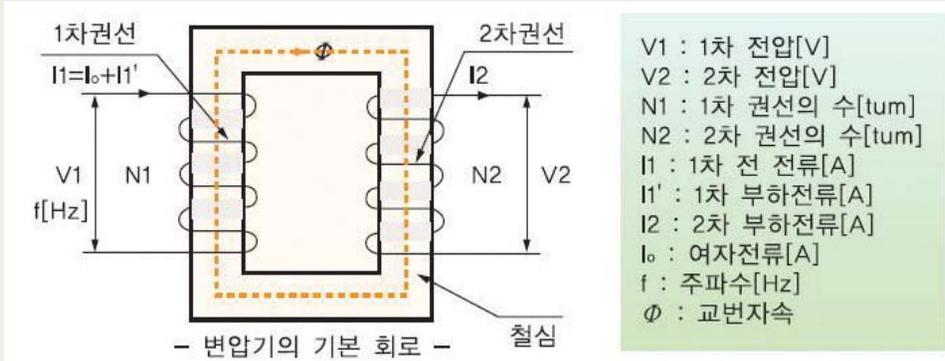
■ 변압기 기본이론

○ 전자유도작용

두 개의 코일을 그림과 같이 접속하여 스위치를 개폐, 전류를 통하였다 끊었다 하면 그 순간에만 검류계의 지침이 흔들린다. 이는 코일 A에 의해서 생기는 자속이 검류계에 연결되어 있는 코일을 끊어 자속과 코일의 교차수가 변화, 이것에 의해서 기전력이 생기고 전류가 흐르기 때문이다. 이 현상을 전자 유도작용이라 하며 전자 유도작용에 의해서 발생하는 기전력은 항상 자속의 변화를 방해하는 방향으로 생기게 된다.



○ 변압기의 원리



- ① 1차 권선에 주파수 f의 전압 V1을 인가하면 철심 내에 $\Phi = V1 / (4.44fN1)$ 의 교번 자속이 생기며, 이 교번자속에 의하여 2차 권선에 $V2 = 4.44fN2\Phi$ 의 전압이 유기된다. 따라서 $V1 / V2 = N1 / N2$ 가 되며 2차측에 권수에 비례하는 전압을 얻을 수 있다.
- ② 2차측에 부하를 연결, 부하전류 I2를 흘렸을 때 여자전류 I0를 무시하면 I2에 의하여 생긴 기자력 I2N2와 평형을 유지하기 위해 1차측에 I1N1 = I2N2를 충족시키도록 그 권수에 반비례하는 전류가 유입된다. 따라서 $V1I1 = V2I2$ 가 되며, 2차측 회로에 전압 및 전류를 변성한 교류전력을 공급할 수 있다.

■ 변압기의 효율 및 손실

○ 변압기 효율

보통기기에서의 효율의 정의는 실제 부하상태에서 입력과 출력의 비를 취하는 것이 일반적이나 변압기에서는 입력 및 출력을 직접 측정하기는 곤란하므로 출력과 손실을 기준으로 하여 산출하고 역률은 100%, 파형은 정현파, 온도는 75℃를 기준으로 한다.

$$\text{효율} = \frac{\text{출력}}{\text{출력} + \text{부하손} + \text{무부하손}} \times 100\%$$

위의 식에서, 부하손과 무부하손이 똑같을 때 최대의 효율이 발생하며, 전일효율(全日效率)을 최대로 하기 위해서는 평균부하전류에서 최고의 효율이 될 수 있도록 설계를 하는 것이다. 일반적으로 약 75% 부하에서 최고효율이 되도록 설계를 하고 있다.

○ 변압기 손실

- 무부하손(No Load Loss)

변압기 부하전류의 크기와는 무관하게 무부하시에 발생하는 손실로서 철심에서 발생하는 철손과, 변압기가 1차권선에 흐르는 무부하 전류에 의한 동손 및 유전체손으로 되어 있으나, 실제로는 철손이 무부하손의 대부분을 차지하고 있다. 철손은 변압기의 부하에 의한 영향을 받지 않고 단지 인가된 전압에 의해 일정하게 나타나는 히스테리시스 손실(Hysteresis Loss)과 와전류 손실(Eddy-Current Loss)의 합계이다.

- 부하손(Load Loss)

변압기 권선에 부하전류가 흐를때 발생하는 손실로서 권선의 직류저항에 의해 발생하는 저항손(Resistance Loss)과 도체내의 와전류에 의한 와전류손 및 권선 이외 부분의 누설자속에 의한 표류손(Stray Load Loss)으로 되어 있으나 대부분은 저항손으로써 권선의 전류밀도를 어느 정도로 기준하느냐에 따라 차이가 있다.

2. 고효율변압기 개요

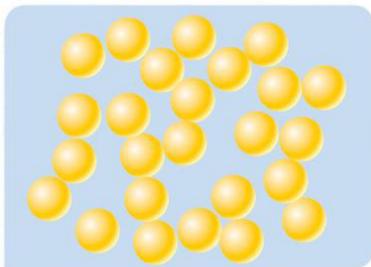
■ 개요

변압기 철심재료를 아몰퍼스나 방향성 규소강판 등을 사용하여 기존 변압기에 비해 무부하손실 등을 70%이상 줄이는 에너지절감형 변압기

■ 재료

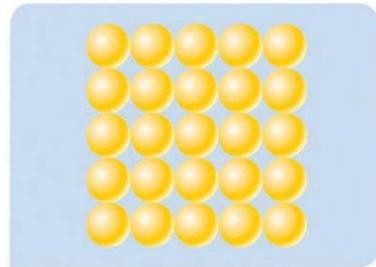
- 철심 : 철심은 투자율이 높고 히스테리시스 손실 및 와전류손이 작은 철(Fe), 붕소(B), 규소(Si) 등으로 구성된 비정질 자성재료를 사용하거나 방향성 규소강판 또는 동등 이상의 재료를 사용하여야 한다.
- 권선 : 권선은 양질의 전기용 도전재를 사용하여 전기적, 기계적으로 견고하게 설계, 제작되어야 하며, 외부 이상전압의 침입에 대하여 안전하게 보호될 수 있을 뿐만 아니라, 단락사고시 발생하는 전기적, 기계적 충격에 충분히 견딜 수 있도록 제작되어야 한다.
- 절연유 : 절연유는 폴리염화페닐(PCB)이 함유되지 않은 것으로 KSC 2301의 1종(광유) 2호 또는 동등 이상의 것을 사용하여야 한다.

[아몰퍼스 메탈 구조]



Noncrystalline Amorphous Metal

[방향성 규소강판 구조]



Crystalline Silicon Steel

■ 일반 변압기와 고효율 변압기 비교(500kVA 기준)

구분	일반변압기	고효율변압기
철심재료	방향성 규소강판 (G-9, G-6)	비정질 지성재료 등(아몰퍼스메탈)
무부하손실(%)	100	30
기기가격(%)	100	167

■ 고효율 변압기의 특징

- 특수한 권선구조로 외형치수가 작아져 소형화가 가능
- 발열량이 작아 권선 및 절연물의 경년변화를 줄일 수 있다.
- 손실이 줄어 변압기 운전보수비의 절감이 가능
- 고주파 및 고조파 대역에서 우수한 자기적 특성에 의한 효율향상 가능
- 전력소모 감소에 따른 발전수요의 저감으로 지구온난화 방지 가능

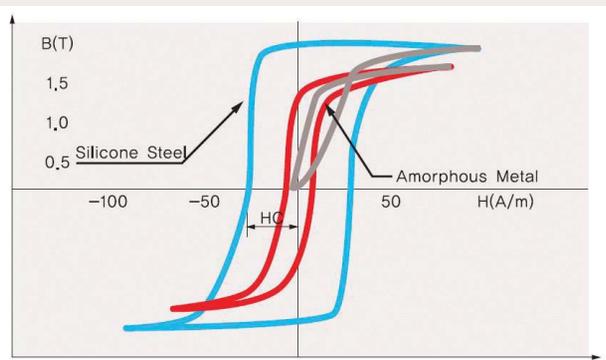
3. 절감원리

■ 아몰퍼스 소재(Amorphous Metal)의 특성

- 철(Fe), 붕소(B), 규소(Si) 등의 혼합물을 용융후 급속냉각시켜 불규칙한 원자배열을 갖도록 한 얇은 박판으로 소재의 특성상 투자율이 높고 보자력이 적다.
- 불규칙한 비정질 구조에 의해 자계의 변화에 따른 원자의 회전이 쉽기 때문에 결정구조인 규소강판에 비해 히스테리시스손을 획기적으로 줄일 수 있다.
- 고유저항(규소강판의 약 3배)이 높고 소재자체의 두께(규소강판의 약 10%)가 얇아 와전류손이 적다. 이로 인해 규소강판 철심에 비해 손실이 전체적으로 1/5정도이다.

주1) 히스테리시스손 : 철심속에 자속이 통과할 때 자기분자 상호간에 발생하는 마찰손실

주2) 와전류손 : 철심내에 자속이 통과할 때 발생하는 맴돌이 전류에 의한 손실



B(T)=자속밀도, H(A/m)=자계의 세기, Hc=보자력
B/H=투자율(곡선의 기울기)

에너지 진단의 名品, ESCO협회가 책임집니다.

ESCO와 ESCO협회는 축적된 기술력과 풍부한 경험으로
차별화된 에너지진단 서비스를 제공합니다.



성림산업개발주식회사
SEONGLIMINDUSTRY CO.,LTD



Welcome to Hanmi C&E Company
한미설비 주식회사



Sam Hwan EN Tech Co.,Ltd.
Energy service Company(ESCO)



대한민국 재향군인회
에너지사업소



벽산엔지니어링
Byucksan Engineering



(주)하나기연
HANA Consulting Engineers CO.,LTD.



(주)아텍에너지



양평기대설비(주)



주식회사 신일이앤씨
SIN IL ENGINEERING
CONSTRUCTION CO.,LTD.



SH 공사
집단에너지사업단



에너지절약전문기업협회

(사)에너지절약전문기업협회

TEL . 02-2052-5777~8 FAX . 02-2052-5779

사람과 지구환경에 기여하는 Boiler

Z 조인터 보일러

세계 제일의 초소형 슬림



Z 조인터 보일러 Boiler

■ 친환경 대응상품

- 低NOx(35ppm, Gas연료), 低CO를 실현하여 지구환경에 공헌함.

■ 국내 최고의 슬림타입(밀착설치 가능)

- 종래 대형보일러 설치면적의 60%로 콤팩트 실현

■ 에너지 비용을 대폭절감하여 경제성 실현

- 열효율 96%의 고효율과 MI System(밀착설치 대수제어) 및 퍼지컨트롤 기능(에너지 운전기능)으로 에너지비용 대폭 절감

■ Micom 제어에 의한 다중제어시스템 및 ON-LINE 관리

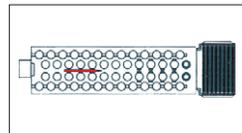
- 각종 제어기능의 디지털화 및 A/S의 실시간화

▶ Non-Furnace 관체 - 특허취득

연소실이 없는 관체로 초SLIM화하여, 동용량 1대로 약 60%(당사비) Space 실현

▶ 대형예혼합 버너 (※새로운 연소전열 시스템) - 특허취득

수관군 공간에서 연소반응과 전열작용을 동시에 진행하여 저온연소를 실현함



▲Non-Furnace 관체 단면도



▲ColegateBurner 화염

Z 한국미우라工業株式会社
대표전화:(02)2671-2410

전국 대리점

- 서서울:2678-2450 • 강원(속초):635-4100 • 경인:2605-0344 • 남부:583-2245 • 서울:2679-3921 • 수원:453-3807 • 중앙:702-5525 • 특수:2671-3949
- 대전:624-6394 • 충남(대전):823-7017 • 충북(청주):217-0815 • 전북(전주):243-1183 • 부산:256-5161 • 창원:238-7687 • 울산:248-3231
- 경남(부산):319-2861 • 경북(대구):604-0591 • 포항:274-3617

A/S문의:지역번호없이:1588-6969

■ 아몰퍼스변압기와 일반변압기의 특성 비교

특성구분 용량(kVA)	여자 전류(%)		무부하손실(W)		전압변동율(%)		효 율(%)	
	아몰퍼스	일반	아몰퍼스	일반	아몰퍼스	일반	아몰퍼스	일반
100	1.9	6.5	120	600	1.90	1.90	97.7	97.5
150	1.9	6.5	135	880	1.90	1.90	97.9	97.5
200	1.9	6.5	150	1000	1.80	1.80	98.1	97.5
250	1.8	6.0	180	1150	1.70	1.70	98.1	97.7
300	1.8	6.0	200	1300	1.65	1.65	98.2	97.9
400	1.8	5.5	230	1500	1.60	1.60	98.3	98.1
500	1.8	5.0	270	1800	1.60	1.50	98.5	98.3
600	1.8	4.5	300	1950	1.50	1.50	98.5	98.3
750	1.5	4.0	350	2100	1.50	1.50	98.5	98.3
1000	1.5	4.0	400	2500	1.45	1.45	98.7	98.4

4. 지원제도 개요

■ 지원대상

○ 고효율에너지기자재로 인정된 고효율변압기중 전담기관에서 지원 대상으로 승인한 기기를 신설 또는 교체하는 경우

● 지원 제외대상

국무총리 지시“공공기관 에너지융합리화 추진지침”에 의한 공공기관의 신·개축의 경우 (기존 건축물에서 변압기를 교체하는 경우에는 제외) 로서 의무적으로 설치하도록 되어 있는 고효율 변압기는 지원대상에서 제외

■ 대상규격 : 삼상 100 ~ 1,250kVA 고효율변압기(1차정격전압 22,900V 이하)

≫ 한전의 주상변압기는 지원대상 제외. 단, 변전소 소내 전원용변압기는 교체시 지원가능

■ 변압기 용량별 지원금액

변압기용량(kVA)	절감자력(kW)	지원금(천원)
100	0.6	258
150	0.9	387
200	1.2	516
300	1.4	602
400	1.8	774
500	2.2	946
600	2.4	1,032
750	2.8	1,204
1,000	4.6	1,978
1,250	5.1	2,193