

제60회 건축전기설비기술사 문제 해설 ②

◆ 자료제공 : 서울공과대학원

용인총담대 교수 유상봉/기술사

두 원 공 대 교수 김세동/기술사



본 시험정보는 2000. 3. 5
시행한 국가기술자격검정 건
축전기설비기술사분야에 출제
된 1~4교시의 시험문제로서
2교시를 발췌하여 게재합니다.

[교육훈련팀]

2 교 시

【문제 1】 계기용 변성기의 종류를 들고 설명
하십시오.

1. 개요

고전압회로의 계측 및 보호를 할 경우 고전압회로의 전압이나 전류를 직접 계기나 보호계전기에 집어 넣으면 계기나 보호계전기를 취급하는 데 매우 위험하고 불편하다.

또한 계기나 보호계전기의 구조상으로 볼때에도 무리가 있다. 그렇기 때문에 고전압회로의 전압·전류를 그것에 비례하여 저전압, 소전류로 변환하여 계기나 보호계전기에 전달하는 장치가 필요하게 된다. 이러한 기능을 가진 변압기나 계기용변류기 등을 총칭하여 계기용 변성기라 한다.

계기용 변성기를 사용하는데 있어서의 이점은

- ① 계기나 보호계전기가 고전압회로로부터 절연되어 취급상 안전하다.
- ② 계기용변성기의 변성비를 적당히 선정함으로써 표준의 계기, 보호계전기로 각종의 전압, 전류가 측정되어 회로의 보호가 가능하다.
- ③ 저전압, 소전류로 변성할 수가 있어 2차측의 배선공사가 간단하고 배선재료도 절약되고 원방계측, 원방감시가 용이하다.

2. 계기용 변성기의 종류

- ① 변류기(CT): 주 회로의 대전류를 소전류로 변성
- ② 계기용변압기(PT): 고전압회로의 고전압을 저전압으로 변성
- ③ 영상변류기(ZCT): 고압 또는 저압 주회로에 지락사고가 생길 경우, 회로에 흐르는 영상전류를 지락과전류계전기에 전달, 지락보호를 할 목적으로 사용
- ④ 계기용변압변류기(PCT 또는 MOF): 고압회로의 전압·전류를 동시에 변성하여 전력량을 계량할 목적으로 사용한다.

3. 변류기(CT)

(1) 변류기의 종류

- 1) 절연구조에 따른 분류(표 1)
- 2) 권선형태에 따른 분류(표 2)
- 3) 특성에 따른 분류(표 3)



표 1 절연구조에 따른 분류

CT 종류	절연재료	절연방법
건식	종이, 면 등	절연재료를 절연악스에 진공함침
Mold형	합성수지 또는 부틸고무	권선 또는 전체를 절연, 30[kV]이하에 사용
유입형	절연유	절연유를 사용하며 애자형, 탱크형 등 고전압, 옥외용에 주로 사용
가스형	SF ₆ 가스	탱크형으로 제작, GIS 설비에 주로 사용

표 2 권선형태에 따른 분류

CT종류	구조 및 특성
권선형	1, 2차 권선 모두 한 절심에 감겨 있는 구조
관통형	1차 권수가 1회인 도체가 철심 종심부를 통과하고, 철심에 2차 권선이 균일하게 감겨 있는 구조
Bushing	관통형 CT의 일종으로 부싱 내의 도체를 CT의 1차 도체로 사용하므로 철심의 내경과 단면적이 커져 포화특성 향상

표 3 특성에 따른 분류

CT종류	특성
계측용	평상시에는 정상부하 상태에서 사용하므로 정격 이내에서 정확하여야 하며, 사고시에는 포화되어 계측기 및 회로를 보호하는 특성 구비 필요
계전기용	사고시에 응동해야 하므로 대전류에도 포화되지 않는 특성 필요
C형	정격의 20배 전류에 포화되지 않고 비오차 범위 -10[%]이내(ANSI규격)
T형	철심의 누설자속이 커서 변류비에 영향을 주므로 시험에 의해서만 특성 파악 가능(ANSI규격)

(2) 변류기의 특성

1) CT Ratio

- 변류비 : 1차전류에 대한 2차전류 크기의 비
- 비오차 : 공칭 변류비와 측정 변류비 사이에서 얻어진 백분율 오차

$$\text{비오차} = \frac{\text{공칭 변류비} - \text{측정 변류비}}{\text{측정 변류비}} \times 100[\%]$$

- 비보증 계수(Ratio Correction Factor)

$$\text{R.C.F} = \frac{\text{측정 변류비}}{\text{공칭 변류비}}$$

2) CT 부담 선정 방법

일반적으로 154[kV] 보호계전 구성은 OCR 및 OCGR(50/51, 51N) 과 87T를 각각의 CT에

연결 사용하므로 경보 릴레이의 50/51, 51N의 총부담은 $3.7 \times 3 + 16.1 = 27.2[\text{VA}]$ 로서 C200 이상의 CT이면 충분하고 (C200의 부담 : $50 \times 3 = 150[\text{VA}]$) Metering용 CT의 부담은 총I[VA]로 B0.9($22.5 \times 3 = 67.5[\text{VA}]$)이면 충분하다.

3) 극성

1차전류의 방향에 대하여 2차전류의 방향이 같으면 감극성, 그와 반대인 경우는 가극성이 되며 우리나라는 감극성을 표준으로 하고 있다.

4) 오차 계급

변류비 오차 또는 위상각 오차 등에 대하여 계급별로 정한 규정으로 각 나라마다 조금씩 다르게 규정하고 있는데 우리나라는 ESB-145 규정을 사용하고 있으며, 허용오차 범위로써 계전기용은 10[%], 계기용은 $\pm 0.3 \sim 1.2[\%]$ 급을 사용하고 있다.

(3) 기타

CT의 2차전류는 5[A]를 표준으로 하며 1차전류 용량은 표준규격의 것이 사용된다. 사용전력량의 계량은 전력량계의 오차와 변성기의 합성오차를 합한 종합오차에 영향을 받으며, 이들 기기의 오차는 1차전압, 전류, 사용부담, 역률, 주파수 등에 따라 변동되므로 계약전력에 따라 보통, 정밀, 특별정밀급 전력량계가 사용된다. 한편 전력량계의 용량이 자가용 수용가의 부하용량에 비하여 너무 크거나 적으면 과부하에 의해서 소손되거나 경부하에서 회전하게 되므로 계기용량은 최대 사용전류의 70~100[%] 범위에 들도록 하는 것이 바람직하다.

4. 계기용 변압기(PT)

(1) 계기용 변압기의 종류

1) 절연구조에 따른 분류

계기용 변류기와 마찬가지로 건식, 몰드형, 유입형, 가스형 PT로 분류된다.

2) 권선형태에 따른 분류(표 4)

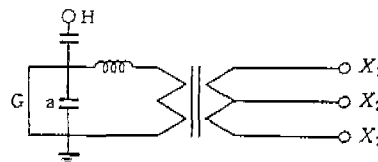
(2) 계기용 변압기의 특성

표 4 권선형태에 따른 분류

PT 종류	구조 및 특성
권선형	1, 2차 권선 모두가 권선으로 제작되어 권수비에 따라 변압비 결정
CCPD형	Coupling Capacitance Potential Device로서 고전압측을 권선대신 커패시터를 이용하여 1차 전압을 분배시킨 후 상요하기 적당한 전압 탭을 만들어 이 전압을 권선형 PT로 필요한 2차 전압을 얻는 방식



권선형 PT



CCPD형

1) PT Ratio

- 변압비: 1차전압에 대한 2차전압 크기의 비
- 비오차: 공칭 변압비와 측정 변압비 사이에서 얻어진 백분을 오차

$$\text{비오차} = \frac{\text{공칭 변압비} - \text{측정 변압비}}{\text{측정 변압비}} \times 100[\%]$$

- 비보정 계수(Transformer Correction Factor)

$$\text{T.C.F} = \frac{\text{측정 변압비}}{\text{공칭 변압비}}$$

2) 2차 부담

2차회로에서 오차범위를 유지할 수 있는 부하 임피던스로서

$$V_A = \frac{V_2^2}{Z_b} \text{ [VA] 로 표시되며,}$$

여기서 V_A : 부담[VA]

V_2 : 정격 2차 전압[V]

Z_b : 계전기, 계측기 및 2차 케이블을 포함한 총부하[Ω]

3) 극성

1차전압의 방향에 대하여 2차전압을 나타내는 특성으로 감극성은 1차 U단자에 “+” 측이 가해지면 2차 u 단자에도 “+”가 된다.

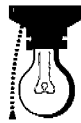


표 5 오차 계급

계 전 기 용			계 기 용		
계 급	부 답	허용오차	계 급	부 답	허용오차
0.5	(일반용)	$\pm 0.5[\%]$	0.3W 0.5W 1.0W	(전력수급용)	-
1.0	"	$\pm 1.0[\%]$			
3.0	"	$\pm 3.0[\%]$			
0.1	(표준형)	$\pm 0.1[\%]$			
0.2	"	$\pm 0.2[\%]$			

표 6 결선법 비교

결선종류	특 성 비 교
Y결선	PT 회로의 기본결선으로 PT 권선의 -축을 Common하고 +축에서 전전상을 얻어내는 결선법이다. 이때 선간전압은 상전압의 $\sqrt{3}$ 배가 되고, 위상은 1차와 2차가 동상이 된다.
Δ 결선	PT의 1차측은 Y결선하는 것이 일반적으로 1차와 2차간에 30°의 위상차가 발생하기 때문에 2차회로를 Δ 결선하여 사용하는 예는 거의 없다.
V결선	평형 3상3선식 회로에서 사용시 경제적인 방법으로 1차회로의 B상에 퓨즈를 설치하여야 한다. 만약 B상이 결상되면 A, C상의 단상전압이 두 대의 PT에 공급되어 반전압이 걸리고, 2차측의 위상도 V_{AC} 가 V_{BC} 대신에 V_{AC} 가 나타나 60° 위상차가 발생하기 때문이다.

그와 반대인 경우는 가극성이 되며 우리나라는 감극성을 표준으로 하고 있다.

4) 오차 계급(표 5)

5) 결선법 비교(표 6)

5. 영상 변류기(ZCT)

계전기에 필요한 영상전류를 얻는 방법으로 써 변류기 3대를 사용한 Y접속의 잔류회로 혹은 3차영상분로접속이 있으나 배전계통에 많은 비접지계 또는 고저항접지계의 미소지락전류를 대상으로 할 때는 변류기의 특성오차에 따른 잔류전류가 커서 사용에 견디지 못한다.

이런 계통의 지락전류를 검출하는데 영상 변류기가 사용된다. 영상변류기의 형상에는 변류기와 마찬가지로 권선형과 관통형이 있다.

권선형은 한 개의 철심에 3조의 1차권선 및 1조의 2차권선이 감겨 있다.

1차권선에 3상 각상의 전류를 흐르게 했을 때 2차권선에서 각상 영상전류의 3배인 영상전류에 대응한 전류를 꺼낼 수가 있다.

관통형은 공장 배전계통에 많은 케이블계통

에 흔히 사용되며, 관통형 변류기와 비슷한 구조인 2차권선을 감은 철심에 1차도체로서 3심 케이블 또는 단심케이블 3줄을 관통시켜 사용한다.

또 이 형에는 이미 시공이 끝난 케이블에 나중에 영상 변류기를 씌울 수 있는 분할관통형도 있으나, 자로에 분할면이 포함될 뿐 아니라 2차권선의 분포도 균일하게 되지 않으므로 잔류전류의 증가는 피할 수 없다.

[문제 2] 조명방식을 상세히 분류하고 설명하시오.

1. 개요

- 조명방식은 조명의 목적을 달성하기 위해 조명기구의 意匠, 配光, 설치위치 및 배치에 따라 각각 미치는 효과가 어떻게 달라지는지를 이해하여야 하며,
- 옥내조명에서의 쾌적한 시각환경을 조성

하기 위하여는 조명설계 대상물의 목적, 기능, 용도에 적합한 조명방식을 선정하여야 한다

2. 조명방식의 분류

가. 기구의 意匠에 의한 분류

- 1) 單燈方式: 광원이 점 또는 점에 근접형으로 보이는 기구
- 2) 多燈方式: 광원을 몇 개 모아서 1기구에 종합한 기구
- 3) 연속열방식: 광원이 보이는 형이 선 또는 선형이 되어있는 기구
- 4) 면방식: 발광면이 평면상으로 보이는 것

나. 기구의 配光에 의한 분류: 직접, 간접, 반직접, 반간접, 전반확산 조명방식 등 5가지로 분류된다.

- 1) 직접조명방식: 작업면을 비추이는 빛이 대부분이 광원에서 직접조명이 됨
 - 효율이 높고 경제적이며, 광원으로부터의 눈부심 대책이 요구됨
- 2) 간접조명방식: 작업면을 비추이는 빛이 직접조명방식의 반대되는 방향으로 대부분이 광원이 천장 전반이 광원화 되어 조명이 됨
 - 눈부심이 없고 얼룩 및 그림자가 없는 고급조명을 얻을 수 있으나 투자비가 비싸고 효율이 낮다.
- 3) 상기 2가지 방식의 장, 단점을 상호 보완한 절충형으로써 반직접, 반간접, 전반확산 조명방식 등이 고안된 것임

다. 기구의 配置에 의한 분류

- 1) 국부조명: 작업을 하는 가까이에 광원을 두는 방식
 - 특정한 장소나 국부적으로 고조도를 얻을 수 있어 유연성이 높다.
 - 높은 정밀도를 요구하는 작업장소에 유효하다.
 - 작업주위의 심한 휘도차이로 작업자에

게 눈부심을 제어하는 기구의 배광이나 배치에 주의가 요망됨

- 책상위의 스탠드, 실험대, 싱크대에서 손그늘이 생기지 않도록 배려
- 2) 전반조명: 조명범위 전체를 균등하게 조명하는 방식으로 일반적인 사무실, 학교, 공장 등에서 많이 채용
 - 작업배치 변화시 조명기구의 배치변경 불필요
 - 유지 보수 및 관리가 용이
 - 조명효과와 경제성 및 광원의 선정, 광원의 높이, 연색성, 눈부심의 검토가 필요함
 - 3) 국부전반조명방식(TAL: Task and Ambient Lighting): 전반조명을 하고 있는 장소에서 국부적으로 고조도를 필요로 하는 장소에 적용
 - 설계사무실의 CAD 작업대, 사무실의 OA 사무집기 등
 - 조명하는 장소가 주위와 위화감이 없도록 하고 눈부심의 대책이 요구됨
 - 4) 중점배열 전반조명: 전반조명에 중점부분을 한층 더 밝게 하기 위해 기구의 배열을 감안

라. PSALI조명: 자연채광만으로는 불충분하거나 불유쾌할 때 건축물내의 자연조명을 보조하는 인공조명방식

마. 건축화 조명: 건축의 구조 또는 표면마감의 일부를 광원화하여 장식적 효과뿐만 아니라 건축물의 중요한 부분이 되는 조명설비

- 건축화의 조명설계는 계획 단계부터 건축주, 건축설계자와 긴밀한 협의가 필요함
 - 건축화 조명은 천장을 이용한 건축화 조명, 벽면을 이용한 건축화 조명, 벽면과 천장을 만나는 코너를 이용한 건축화 조명으로 구분된다.
- 1) 천장을 이용한 건축화 조명의 종류
 - Louver 조명, 광천정 조명, Troffer 조명, Coffe 조명, Cove 조명, Down Light 조명, Sky Line 조명, Line Light 조명
 - 2) 벽면을 이용한 건축화 조명의 종류



표 7 인증 등급

항 목	등 급		
	1 등급	2 등급	3 등급
1. 배선설비			
구내 간선케이블	광케이블	Cat 5 이상	Cat 3 이상
세대별 단자함	설치	설치	설치
배선반 등의 예비회선	필요 회선수의 20% 이상	필요 회선수의 20% 이상	필요 회선수의 10% 이상
세대당 인출구수	각 실별 2개 이상	각 실별 1개 이상	각 실별 1개 이상
인출구 형태	8핀 모듈러잭	8핀 모듈러잭	8핀 모듈러잭 또는 4구 단자
2. 배관설비			
예비 배관	2공 이상 확보	2공 이상 확보	1공 이상 확보
3. 구내 통신실			
설치장소	지상 설치	지상 설치	지상 설치 또는 지하 설치
1000세대 이하	20㎡ 이상	15㎡ 이상	15㎡ 이상
2000세대 이하	30㎡ 이상	25㎡ 이상	25㎡ 이상

- 밸런스 조명, 인공창 조명, 광창 조명
- 3) 벽면과 천장을 만나는 코너를 이용한 건축화조명
- Coner 조명, 코너스 조명

【문제 3】 주거용 건물에서 고도 정보화사회의 대응하기 위한 구내 정보통신설비의 인증 등급에 대해서 설명하시오.

공동주택 등과 같은 주거용 건물에서는 고도 정보화사회의 대응하기 위해 정보통신부에서는 구내 정보통신설비에 대해 인증 등급을 시행하고 있으며, 위의 표 7과 같다.

【문제 4】 변압기의 냉각방식을 분류하고 설명하시오.

변압기는 권선 및 철심을 직접 냉각하는 매체와 냉각하는 주위의 냉각매체(공기 또는 물)의 종류와 순환방식에 따라 분류하면 다음과 같다.

- 1) 건식 자냉식은 일반적으로 소용량의 변압기에 한해서 쓰인다.
- 2) 건식 풍냉식은 권선하부에 풍도를 마련하여 송풍기로 바람을 불어넣어 방열효과를 향상시키는 것으로 500kVA 이상의 경우에 채용하면 경제적이다.
- 3) 유입 자냉식은 보수가 간단하여 가장 널리 쓰인다. 권선철심의 발생열은 대류에 의해 우선 기름에 전해지고 다시 탱크 벽에 전달되어 탱크벽 외측 표면에서 방사와 공기의 대류에 의해 방열된다. 30-60MVA 이상의 대응량에서는 소요 방열기 수가 많아지므로 자냉식보다도 강제 냉각 방식이 일반적으로 유리하다.
- 4) 유입 풍냉식은 유입 자냉식의 방열기에 송풍기로 바람을 보내어 방열효과를 증가시킨 것이다. 부하율이 낮은 변압기에서는 피크 부하일 때만 송풍기를 멈추어 자냉식으로써 운전할 수도 있다. 기설 자냉식 변압기에 송풍기를 운전하고 부하가 감소했을 때에는 송풍기를 부착하여 풍냉식으로 개조하면 20~30%정도의 용량 증가가 가능하다.
- 5) 유입 수냉식은 냉각수 관을 탱크상부의 내벽을 따라 배치하고 펌프로 물을 순환시켜서 기름을 냉각하는 방식이다. 냉각수의

표 1 냉각방식의 분류와 표기기호

냉각방식	표시기호	권선철심의 냉매체		주위의 냉각매체	
		종 류	순환방식	종 류	순환방식
건식자냉식	AN	공 기	자 연		
건식풍냉식	AF	공 기	강 제		
건식밀폐자냉식	ANON	공기(가스)	자 연	공기(가스)	자 연
유입자냉식	ONAN	유	자 연	공 기	자 연
유입풍냉식	ONAF	유	자 연	공 기	강 제
유입수냉식	ONWF	유	자 연	수	강 제
송유자냉식	OFAN	유	강 제	공 기	자 연
송유풍냉식	OFAF	유	강 제	공 기	강 제
송유수냉식	OFWF	유	강 제	수	강 제

질이 좋지 못하면 물때가 끼거나, 수관이 부식되어 보수하기가 불편하다.

- 6) 송유 자냉식은 방열기 뱅크를 따로 두고 본체 탱크와의 접속관로의 도중에 송유펌프를 설치하여 기름을 강제적으로 순환시키는 방식이다. 소음 또는 오손방지 때문에 변압기 본체는 옥내에 설치하고 방열기 뱅크는 옥외에 설치하는 경우에 쓰인다.
- 7) 송유 풍냉식에는 송유 자냉식의 방열기 뱅크에 송풍기를 설치한 것 등 각종 방식이 있는데 가장 널리 쓰이고 있는 것은 탱크 주위에 송유풍냉식 유니트 풀러를 설치하는 방식이다.

$$n_s = \frac{2fi}{p} [\text{rps}] = \frac{120fi}{p} [\text{rpm}]$$

$$n = n_s (1 - s)$$

그러므로 유도전동기의 속도제어는 동기속도의 변화에 의한 방법과 슬립의 변화에 의한 방법이 있다. 동기속도를 변경하기 위해서는

- 1) 극수의 변경에 의한 방법
- 2) 전원주파수를 변화하는 방법이 있다.
- 슬립을 변화하는 방법에는
 - 1) 전원전압을 바꾸는 방법
 - 2) 2차회로의 저항을 변화하는 방법
 - 3) 2차회로에 적절한 주파수의 전압을 삽입하는 방법이 있고 이를 2차여자라고 한다.

[문제 5] 유도전동기의 속도제어에 대하여 논하시오.

1. 개요

유도전동기는 전부하에서도 수 % 정도의 슬립으로 회전하므로 직류분권전동기와 아주 유사한 속도특성을 갖고 있다.

유도전동기의 회전자계의 회전속도 n_s 는 동기속도와 같고 전동기의 회전속도 n 은 슬립 s 하에서 다음 식과 같게 된다.

2. 유도전동기의 속도제어

(1) 극수 변환

코일의 접속을 바꾸어 극수를 2대 1의 비로 바꿀 수 있다. 고정자권선은 2개의 동기속도에 적용할 수 있게 설계한다. 이 방법은 거의 농형회전자에 적용된다. 농형권선은 고정자자계가 발생하는 것과 같은 극수를 갖는 회전자자계를 발생하도록 언제나 작용한다. 권선형 회전자에 적용하려면 회전자권선을 극수변환에 따라 다시 배열하여야 되므로 다른 어려움이 따르게 된다.



그림 1은 고속저속에서 같은 특성을 갖는 3종류의 접속과 그 토오크 속도특성을 나타낸 것이다.

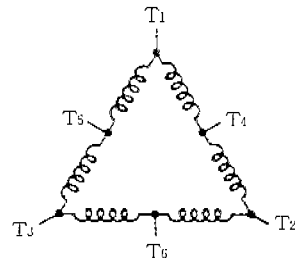
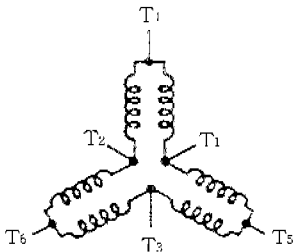
그림 1(a)는 양속도에서 최대토오크는 거의 같고 양속도에서 거의 같은 토오크가 요구되는 구동에 적용될 수 있고 마찰 부하 등에 사용된다. 그림 1(b)는 저속에서 최대토오크가 거의 2배가 되고, 거의 정출력을 요하는 구동에 적용되고 공작기계 등에 사용된다. 그림 1(c)는 저속에서 최대 토오크가 상당히 낮고, 저속에서 낮은 토오크가 소요되는 구동에 적용되고 Fan, 원심펌프 등에 사용된다. 정출력형은 형상이 커지므로 값이 비싸게 된다.

(2) 전원주파수 제어

전원주파수 f_1 을 변화시키면 연속적으로 원활한 속도제어가 이루어진다.

자속밀도를 거의 일정하게 유지하기 위해서는 전원전압도 주파수에 따라 변화시켜야 한다.

이 방법에 의한 유도전동기는 일정자속으로 전기자전압을 변화시키는 타여자 직류전동기와 그 특성이 유사하다. 이 방법은 주파수와 전압을 가변하여야 하므로 설비비가 커져서 포트전동기(Pot Motor)나 유도전동기에 의한 선박의 전기추진 등 특수한 경우에 사용되어 왔다.

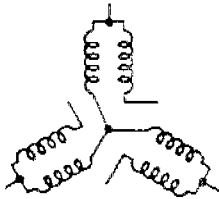


Speed L_1	Lines			비 고
	L_2	L_3		
Low	T_1	T_2	T_3	T_4, T_5, T_6 Open
High	T_4	T_5	T_6	$T_1 - T_2 - T_3$ Together

Speed	Lines			비 고
	L_1	L_2	L_3	
Low	T_1	T_5	T_6	$T_1 - T_2 - T_3$ Together
High	T_1	T_2	T_3	T_4, T_5, T_6 Open

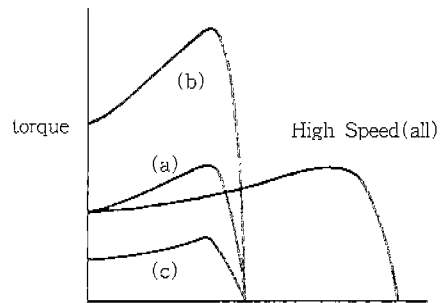
(a) Constant torque

(b) Constant horsepower



Speed	Lines			비 고
	L_1	L_2	L_3	
Low	T_1	T_2	T_3	T_4, T_5, T_6 Open
High	T_4	T_5	T_6	$T_1 - T_2 - T_3$ Together

(c) Variable torque



(d) Speed, rpm

그림 1 극수변환 유도전동기에서 3종류의 접속과 그 토오크 속도특성

가장 중요한 문제는 가변주파수의 가장 효율적이고 경제성 있는 전원을 얻는데 있다.

한 가지 방법은 권선형 유도전동기를 주파수 변환기로 사용하는 것이고 다른 방법은 전력용 반도체에 의한 주파수 변환기이다.

(3) 전원전압제어

유도전동기의 발생 토크는 1차전압의 공급에 비례한다. 그림 2는 전원전압에 의한 토크 속도특성을 나타낸 것이다.

부하가 그림의 파선과 같은 토크 속도특성을 가질 경우에는 전압 V_1 에서 $1/2 V_1$ 으로 떨어질 때 속도는 n_1 에서 n_2 로 떨어진다. 이 방법은 팬구동용 소형농형전동기에 보통 사용된다.

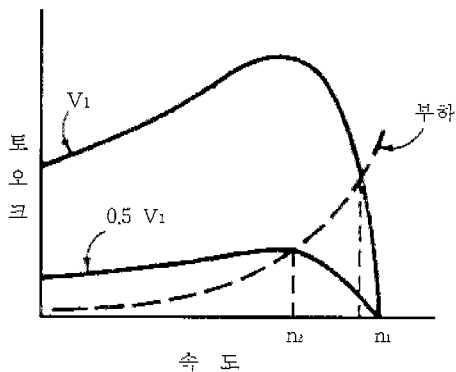


그림 2 전원전압에 의한 속도제어

(4) 2차 저항제어

이것은 권선형 유도전동기에서만 사용할 수 있는 방법으로 2차회로의 저항의 변화에 의한 토크 속도특성의 비례추이를 응용한 것이다.

그림 3은 2차저항의 변화에 따른 토크 속도특성을 나타낸 것이다. 부하가 그림에서 파선으로 표시된 토크 속도특성을 가지면 2차저항의 값에 따라 속도가 n_1 , n_2 , n_3 로 됨을 알 수 있다. 이 방법은 직류분권전동기에서 전기자와 직렬로 저항을 삽입하여 속도제어를 하는 방법과 유사한 특성을 갖고 있다.

이 방법은 전류가 큰 2차회로에 저항을 삽입하여 제어하므로 2차 저항손이 현저하게 커져서 효율이 낮게 되는 결점이 있다.

그러나 이 방법은 조작이 간단하고 동기속도 이하의 속도제어를 원활하고 광범위하게 행할 수 있으므로 기중기, 권상기 그 외에 널리 사용되고 있다. 그러나 이 방법에 의한 속도제어의 한도는 동기속도의 40% 정도까지로, 이것보다 저속도에서는 약간의 토크의 변동에 의하여 속도가 현저하게 변화하므로 안정한 운전이 될 수 없게 된다.

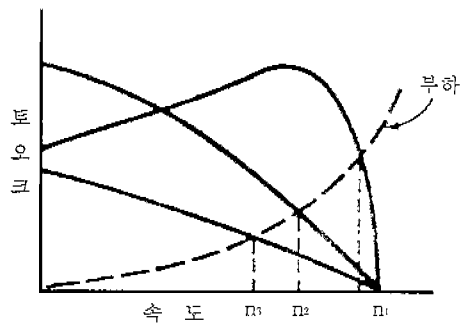


그림 3 2차저항에 의한 속도제어

(5) 2차여자제어

유도전동기의 2차전류의 크기는 2차회로의 임피던스와 2차유도기전력 sE_2 에 의하여 결정된다. 지금 어떤 방법으로 2차주파수와 항상 같은 주파수의 전압 E_c 를 sE_2 와 역위상으로 외부에서 2차회로에 가하였다고 하고 E_c 의 전원회로의 임피던스를 무시하면 2차전류 I_2 는 다음과 같게 된다.

$$I_2 = \frac{sE_2 - E_c}{\sqrt{r_2^2 + (sx_2)^2}} \quad \text{----- (1)}$$

지금 s 의 작은범위를 생각하여 $(sx_2)^2 \ll r_2^2$ 로 하여 $(sx_2)^2$ 을 무시하면 I_2 는 다음과 같다.

$$I_2 = \frac{sE_2 - E_c}{r_2} \quad \text{----- (2)}$$

식(2)에서 r_2 는 일정하므로 I_2 에 따라서



토크를 일정하다고 생각하면 이 식의 분자 $sE_2 - E_c$ 는 일정하다. 따라서 E_c 를 크게 하면 sE_2 의 값이 크게 되어야 되므로 슬립 s 가 증가하여 속도는 저하한다.

다음에 E_c 를 sE_2 와 동위상으로 가하면 합성 2차전압은 $sE_2 + E_c$ 가 되므로 E_c 만으로 부하토크에 상당하는 2차전류를 흐르게 할 수 있으면 $sE_2 = 0$ 으로 되어 전동기는 부하상태에서도 동기속도로 회전할 수 있게 된다.

더욱이 E_c 를 증가하여 $sE_2 + E_c$ 를 일정하게 하기 위해서는 sE_2 의 값이 부의 값을 가져야 하므로 s 는 부의 값이 되고 동기속도 이상으로 전동기를 회전할 수 있게 된다.

이와 같이 유도전동기의 2차회로에 2차 주파수 f_2 와 같은 주파수로 적당한 크기와 위상의 전압을 외부에서 가하는 것을 2차여자라고 한다. 이 방법은 권선형 회전자에 대하여 슬립 링을 통하여 이루어진다. 이것에 의하면 전동기의 속도는 동기속도의 상하로 상당히 넓은 제어가 행하여지고 역률의 개선도 할 수 있게 된다.

이 방법은 본질적으로 2차저항 제어에서 슬립전력을 소비한 것에 대하여 슬립전력을 회수하는 데 있다. 슬립전력의 회수에 는 그림 4와 같이 두 가지 방법이 있다.

그림에서 IM은 속도제어용 3상권선형 유도전동기이다. 그림 4(a)에서는 슬립링을 통하여 주파수변환기 FC가 접속되어

전동기의 회전자에 발생된 슬립주파수의 전력을 전원주파수의 전력으로 변환하여 전원에 되돌려준다. 그림 4(b)는 슬립 주파수의 전력을 변환기 C에 의하여 기계적 동력으로 변환하여 전동기의 축에 동력으로 되돌려 준다.

<참 고> 유도전동기의 이상기동현상

3상 유도전동기를 기동할 때 정격속도보다 낮은 속도에서 회전자가 걸려서, 그이상 가속되지 않고 전류도 대단히 커져서 소손의 우려가 발생하는 경우가 있다. 이와 같은 이상현상에는 다음과 같은 것이 있다.

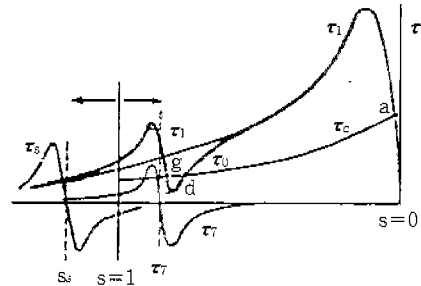


그림 1 차동기운전의 설명

1. 차동기운전(Crawling)

3상 유도전동기의 토크에 대해서는 지금까지는 회전자속의 기본파에 의한 것만 생각하였다. 따라서 그 속도토크 곡선은 그림 1의 τ_1 과 같다.

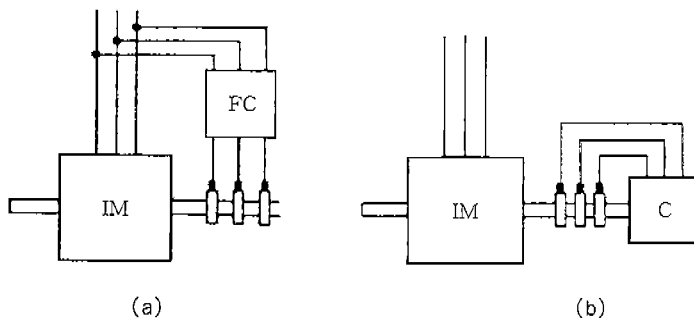


그림 4 2차여자에 의한 유도전동기 속도제어

그러나 실제로 고정자 자속에는 공간 고조파가 포함되는 경우가 있고, 그 중에서도 제 7, 13은 ... 기본파와 같은 방향으로 $n\omega/\nu$ (단, ν 는 고조파의 차수)의 속도로 회전하고 회전자에 전류를 유도하여 r 과 같은 방향으로 각각 토크가 발생한다.

제7고조파에 의한 것은 그림의 r 과 같은 곡선으로 나타나고, 이것이 r 과 겹치므로 합성토크는 그림의 r_0 와 같게 되어 부하토크가 r_0 와 같이 나타내어진다고 하면 양곡선은 a, g에서 만나게 되므로 기동시에는 먼저 g에 상당하는 슬립에서 일단 안정상태가 되어, 그 이상 가속되지 않게 된다.

이 현상을 차동기운전이라 한다. 이와 같은 슬립에서는 1차전류가 크므로 자칫하면 전동기를 소손할 우려가 있다.

차동기운전이 발생하는 것은 소용량의 농형전동기에서 많고, 그 주원인은 고정자, 회전자의 슬롯수의 상대적 관계에 의한 것으로 생각되고, 어떤 고정자 슬롯에 대하여 부적당한 회전자 슬롯수가 있다. 그리고 사구슬롯(Skew Slot)을 채용하여 어느 정도 이것을 피할 수 있다.

2. 겔게스 현상

3상 권선형 유도전동기의 2차회로에 1선의 단선이 생겼을 경우에는 2차회로에는 단상전류가 흐르므로, 부하가 조금 커지면 $s = 50\%$ 에서 걸려서 그 이상 가속되지 않는 경우가 있다. 이것은 이 점에서 토크의 낮은 부분이 생겨서 일어나는 것이고, 이것을 겔게스현상(Gorges Phenomena)이라 한다.

[문제 6] 귀하가 설계한 건축물의 에너지 절약형 전기설비 설계계획에 대하여 논하시오.

1. 개요

국가산업의 발달 및 경제활동의 대규모화와 가정생활의 전기에너지 사용의 증가와 함께 IMF 구제금융 체제하에서의 高油價 시대에 에너지 절약의 필요성이 더욱 절실해 지고 있다. 본인이 설계한 ○○건물의 건축전기설비 설계시 에너지 절약을 위한 전기설비의 검토 항목 및 접근방안으로는

- 1) 제도적 측면: 고효율 기기 사용 및 하절기 부하관리 요금제도 적용시의 지원 제도의 활용 등.
- 2) Hard적 측면
 - ① 전원설비 ② 배전설비 ③ 조명설비
 - ④ 동력설비 ⑤ 심야전력의 활용
- 3) Soft적 측면으로 검토
 - ① 전력관리 ② 절전 홍보, 교육

2. 제도적 측면의 고려사항

고효율 기기 사용 및 하절기 부하관리 요금제도 적용시 한전의 시설지원금 및 요금제도를 활용 할 수 있도록 시스템을 구성

3. 설비(Hard)적 측면의 고려사항

- 1) 전원설비
 - ① 수변전 설비의 위치선정: 전압강하, 전력손실, 투자비, 유지보수비에 영향을 미치는 요소 검토 대책강구
 - ② 변압기의 선정: 용도 및 예산을 감안한 에너지 절약형 변압기 선정
- 효율 및 손실, 적정용량
 - ③ 변압기의 운전방식: 부하사용 특성에 따른 대수제어운전, 계절부하 운전 등
 - ④ 수전전압의 강압방식
- 2) 배전설비

적정배전 및 배선방식의 채용, 배전선의 굵기와 배전전압
- 3) 조명설비

적정조도 기준적용, 고효율 광원 및 조명기구의 선정, 에너지절감 조명설계
- 4) 동력설비



전동기의 적정용량선정, 에너지 절약형 전동기 및 제어 시스템의 채용

5) 심야전력의 활용

부하관리 (최대부하억제, 심야부하차출, 최대부하이동 등), 심야부하활용

4. 관리(Soft)적 측면의 고려사항

1) 전력관리

부하관리, 역률관리, 전압관리 등

2) 절전홍보 및 교육

QC 활동, 캠페인 및 세미나실시, 에너지 절약 목표치 부여 등

5. 기기채용 및 계통구성(예)

상기 기술한 사항을 참고하여 각자 경험한 기기채용 및 계통구성(예)를 작성하고 내용을 기술하기 바람

6. 결론

에너지 절약에 관한 사항은 전기분야에 국한될 사항이 아니고 범 국민적 차원에서 지속적인 노력이 필요하리라 생각되며 특히 관련 분야 정부관련자의 제도적 검토 정립과 함께 산업계, 학계, 연구계의 공동노력이 요구된다.

전기기술사 소방강좌

• 노동부 • 교육부 • 서울시 지정교육기관

“전기에 관한 한 최고의 명문임을 자부합니다”

1964년 국내최초로 설립한 이래— 36년간 150,000여명의 전기기술자를 배출한 최고의 명문!!

- 전기공사(산업)기사반 ▶ 개강 • 정규반 : 매월10일 • 각 과정 교대근무자 수강가능
- 전기(산업)기사반 • 필기/실기특강: 원사접수 첫날 • 학원 자가빌딩으로 최고의 시설완비
- 전기철도기사반 ▶ 강의시간 • 오전반10:00~12:30 • 기초부터 상세히 책임지도
- 전기기능사반 • 야간반 7:00~ 9:30 • 최고의 권위를 자랑하는 전임강사진
- 소방설비기사(전기&기계)반

발송배전 건축전기 전기철도 기술사

※ 공개강의(중목별) : 9월 23일 16:00~20:00

개강 • 수요일 : 9월20일 • 일요일 : 9월24일 • 토요일연구반 : 9월23일

■ 강 사 진 : 분야별, 과목별로 세분화된 최고의 권위강사진

- 유상봉 : Y대교수/공학박사/국내최초 5종목 기술사보유
- 김세동 : D대교수/공학박사/기술사 - 조양행 : Y대교수/공학박사
- 임철효 : 기술사/경영지도사/CSA 팀장 - 김영곤 : 기술사/D엔지니어링 부사장
- 박용덕 : 기술사/S엔지니어링 대표 - 박병수 : 절도기술사/D엔지니어링 이사 차3인

수강료 환급

본원은 노동부 지정 "자격자 직능능력개발훈련기관"으로, 아래 항목 수강자에 한하여 노동부에서 고용보험기금유 지원하므로 수료후 규정에 따라 최고80%까지 수강료를 환급합니다

- 대상 : 고용보험 적용업체에 재직중인 자(고용보험 납부자)
- 대상종목 : • 발송배전기술사반 • 건축전기설비기술사반 • 전기공사기사반 • 전기기사반 • 필.실기특강반
- 정원 : 각 과정별 40명(선착순 마감)
- 접수서류 : 입학원서(본원양식) 1부, 사진(반영형) 3매

■ 서신강좌: 지방거주자 및 직접수강이 어려운분 대상 • 실시종목: 전기(산업)기사, 전기공사(산업)기사, 소방설비(산업)기사

서울공과학원 676-1113~5

서울 영등포구 당산동1가 455번지 (지하철2,5호선 영등포구청 역 하차,문래역방면 60m)