

발송배전기술사 예상시험문제

서울공과전기학원 제공
(02)2676-1113~5 / www.sgh.co.kr

시험 공부 요령

‘기술사 자격 취득은 누구에게나’ 가능한가?

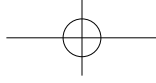
누군가가 이렇게 묻는다면 ‘가능하다’고 자신있게 답할 수 있다. 기술사 자격 취득에 걸린 기간은 개인별로 그 차이가 커서 최소 8개월에서부터 길게는 5년 이상까지 다양하다.

기술사 필기시험은 1교시에서 4교시까지 각 교시당 100분, 총 400분 동안 치러지며 1교시는 주로 용어 해설문제(단답형 주관식)가 출제되며 2, 3, 4교시는 논술형 문제가 출제된다. 문제지는 통상 1매, 답안지는 A4크기의 용지로 양면에 줄이 그어져 있으며 총 12페이지로 구성된다. 배점은 1교시 100분당 100점이며, 총점 400점 중 240점 이상 취득하면 합격이고 각 교시당 과락은 없다.

구분	문제수	시간	배점	답안 작성 기준
1교시	13문제 중 10문제 선택 (각 10점)	100분	100점	10점짜리 1문제당 1페이지 분량 10분 이내 작성
2~4교시	6문제 중 4문제 선택 (각 25점)	100분×3	100점×3	25점짜리 1문제당 2.5페이지분량 25분 이내 작성
		400분	400점	

정해진 시간 안에 답안지의 양을 얼마나 채울 수 있는지 직접 풀어 보는 연습이 필요하다. 본인이 완벽하게 알고 있는 문제라고 해서 계획없이 너무 많이 기술하면 공부한 부분의 개요부만을 서술하는 데에도 20분 가까이 소요될 수 있다.

욕심 부리지 말고 답안을 쉽고 폭넓게 작성하여 주어진 시간 내에 결론까지 도출해 내야 한다. 이는 오로지 평소에 모범답안을 작성해두고 부단히 쓰기 연습을 함으로써 점수와 시간의 조화를 얻을 수 있다.



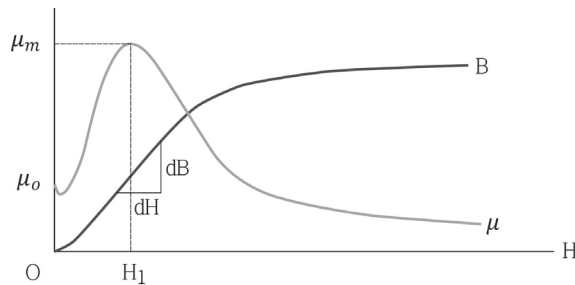
문제 13

고장 전류 중 직류분에 의한 포화 현상이 발생할 경우에 변류기는 과도적인 현상이 나타난다. 이에 대한 특성에 대하여 설명하시오.

| 해설 |

1. 변류기의 포화특성

- (1) CT 1차측에 단락사고 등에 의하여 큰 고장전류가 흐르면 CT 2차측에도 당연히 그에 비례한 큰 전류가 흐른다.
- (2) 그런데 만약 CT의 철심이 포화되면 여자전류는 다음처럼 급증한다.
- (3) 자화곡선(자기포화곡선 Magnetic Saturation Curve : B-H 곡선)



포화 시 투자율 $\mu = \frac{dB}{dH}$ [H/m]는 급격히 감소하여 거의 영에 가까워진다.

[그림 1] 변류기의 자기포화곡선. 포화시 투자율 $\mu = \frac{dB}{dH}$ [H/m]는 급격히 감소하여 거의 영에 가까워진다.

- (4) 자계의 오옴(Ohm)의 법칙에서 기자력은 $F = \oint_f = R_m \phi_m = \frac{\ell \phi_m}{\mu A}$ [AT]
- (5) 따라서, 여자전류는 $I_f = \frac{R_m \phi_m}{N} = \frac{\ell \phi_m}{\mu A N} \propto \frac{1}{\mu}$ 므로 포화에 따라서 투자율이 감소하면 여자전류가 급격하게 증가한다.
- (6) 여자전류가 급증한다는 것은 우선 자화에너지 및 철손이 크게 증가하는 것을 의미하고,
- (7) 또한 1차 전류의 증가율보다 여자전류의 증가율이 훨씬 더 크므로 1차 에너지의 대부분이 여자 에너지(자화에너지 및 철손)로 바뀌게 되고 정작 CT 2차 외부회로 쪽으로 는 전류가 거의 흐르지 않는 상태가 된다.

2. 직류분에 의한 포화현상

CT는 1차 전류를 2차 전류로 변환하기 위해 철심을 이용하므로 포화에 따른 문제를 안



고 있다. 특히 고장전류가 매우 크거나 CT의 부하(Burden)이 큰 경우에는 포화현상이 더욱 심해진다. CT 포화에는 전류의 AC성분에 의한 포화와 DC 성분에 의한 포화가 있다. DC 성분에 의한 포화가 특히 심각하므로 CT선정에서 중요한 요소가 된다. CT 포화를 방지하기 위한 방안은 다음과 같으며, CT가 포화되지 않도록 또는 최소가 되도록 선정되어야 한다.

(1) AC에 의한 포화방지

$$V_x > I_s \times Z_s$$

V_x : 단자전압

I_s : 1차 전류를 권수비로 나눈 값

Z_s : CT의 부담

(2) DC에 의한 포화방지

① 부담이 저항분인 경우 : $V_x > I_s \times Z_s (1 + \frac{X}{R})$

② 부담이 저항분과 유도성인 경우 : $V_x > I_s \times Z_s (1 + \frac{X}{R} + \frac{R_s + R_b}{Z_s})$

여기서, X/R : 고장점에서 본 유도성과 저항성의 비상기와 같은 요건을 충족하면 CT는 비정상적으로 커지게 된다. 때문에 실제 적용에 있어서는 최대 고장전류에서 발생하는 2차측 고장전류에서 발생하는 2차측 전압의 2배에 해당하는 CT를 선정하면, CT의 포화가 최소가 되는 것으로 선정한다.

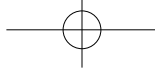
문제 14

고조파를 많이 발생시키는 부하가 케이블에 미치는 영향을 설명하시오.

| 해설 |

1. 개요

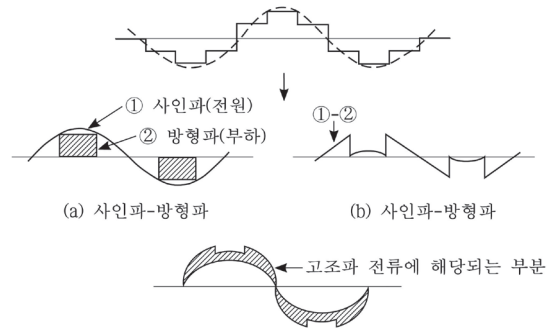
- (1) 고조파(高調波, Harmonics)란 기본파에 대하여 그 정수배의 주파수 성분을 갖는 파형을 말하며, 고조파 전류는 전원측에 유출되어 각종 기기의 과열, 오동작 등 장애를 일으킨다.
- (2) 고조파 전류 발생원은 대부분 전력전자소자(Power Electronics: Diode, SCR 등)를 사



용하는 기기, 전기로 등 비선형부하 기기 및 변압기 등 철심 자기포화특성 기기에서 발생된다.

2. 고조파의 발생원리

상용주파수를 공급하는 전원계통에서 부하가 사이리스터 방형파 전류를 필요로 하는 경우 사인파와 방형파 차이에 해당하는 전류가 전원측 정현파와 합성되어 고조파 전류의 형태를 지니게 된다.

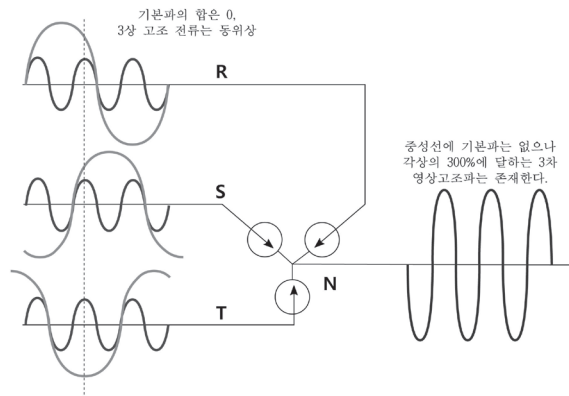


[그림 2] 고조파의 발생원리

3. 케이블에 미치는 영향

일반적으로 중성선의 굵기는 선도체에 비하여 같거나 가늘게 선정하고 있는데, 도체의 굵기가 커지면 상대적으로 가늘게 선정하고 있다.

[그림 3]과 같이 영상분 고조파(대부분 3고조파)가 발생하면, 중성선에는 각 선도체에 흐르는 영상분 고조파의 3배의 고조파 전류가 흐르게 된다. 따라서, 영상분 고조파가 증가하면 중성선의 케이블이 과열된다. 제3 고조파는 기본파의 3배인 180 Hz의 주파수 성분을 갖



[그림 3] 선도체와 중성선의 영상분 고조파

기 때문에 표피 효과에 의해 케이블의 유효단면적을 감소시켜 저항의 증가현상으로 과열 현상은 더욱 크게 된다. 영상분 고조파가 발생하면, 중성선에는 전류의 증가 $\Rightarrow$ 교류 도체저항의 증 $\Rightarrow$ 케이블 과열로 이어지는 현상이 생긴다.

도체 온도를 일정하게 할 경우 교류 도체 저항은 다음과 같다.

$$R_{AN} = R_D (1 + \lambda_s + \lambda_p)$$

여기서 R_D : 특정 온도에 있어서의 직류 도체 저항

λ_s : 표피효과 계수

λ_p : 근접효과 계수



동일 온도 조건에서 기본파 전류에 의한 교류 도체 저항 R_{A1} 과 고조파 전류에 의한 도체 저항 R_{AN} 의 비를 β_n 이라 하면 다음과 같은 수식으로 나타낸다.

$$\beta_n = \frac{R_{AN}}{R_{A1}} = \frac{1 + \lambda_{sn} + \lambda_{pn}}{1 + \lambda_s + \lambda_p}$$

따라서 고조파 성분으로 인해서 케이블의 저항값이 커지기 때문에 케이블의 허용전류가 감소하게 되어 흐르는 영상분 전류의 크기에 비하여 과열이 심하게 된다.

문제 15

축물에 설치된 대형 열병합형 스팀터빈 발전기를 전력회사 계통과 병렬 운전을 위해 동기 투입하려고 한다. 만약, 터빈 발전기의 동기가 불일치 할 때 다음의 두 가지를 설명하시오.

- 1) 터빈 발전기 기기 자체에 발생할 수 있는 손상(damage)
- 2) 이 손상을 방지하기 위한 동기투입 조건을 4가지를 제시하고 이 조건들을 불만족 시킬 때 계통 운영상에 발생하는 문제점

| 해설 |

1. 터빈 발전기에 발생할 수 있는 손상(Damage)

- (1) 발전기의 진동·소음이 평상시 보다 현저히 크게 발생 된다.
로터(Rotor) 편심(Weight Unbalance) 및 축의 휨 현상(Rotor Bending) 등이 발생되며, 장기간 자주 발생시에는 샤프트(Shaft)가 절단되는 현상으로 진전 됨
- (2) 기계 충격이나, 싱크로(Synchro) 차단기가 오동작 한다.
계통에 싱크로를 하려면 동기기를 기동하여 여자를 주고 유도기전력의 크기, 위상, 주파수를 모선 측의 각각에 대한 값에 같도록 조정하여 회로의 차단기를 닫아야 한다. 만약, 이 조건이 만족되지 않으면 차단기를 닫는 순간에 과대한 돌입전류(突入電流)가 생기고 이것이 심한 경우에는 차단기가 자동 차단하든가 기계에 충격을 주게 된다.
- (3) 발전기의 자기적 불균형(Magnetic Unbalance)
로터코일(Rotor Coil)과 스테이터 코일(Stator Coil) 등의 불평형 전류가 흐르며, 지속 반복 시에는 스테이터와 로터에 국부과열 소손 등으로 진전된다.
- (4) 발전기 베어링 좌대 볼트(Pedestal Bolt) 이완
순간적인 심한충격에 의해 지지와 결속에 필요한 각종 볼트와 너트 등이 이완되거나



이탈하는 문제가 발생되며, 이러한 현상은 순간적으로 발생됨

(5) 발전기 보호계전기 동작

상 불평형 (Phase Unbalance) 비정상적인 동작 이 발생 유닛(Unit)이 트립(Trip)될 우려가 있다.

2. 이 손상을 방지하기 위한 동기투입조건

- ① 기전력 크기가 같을 것
- ② 기전력 위상이 같을 것
- ③ 발생전압의 주파수가 같을 것
- ④ 기전력 파형이 같을 것

3. 비동기 투입될 경우 동기 조건별로 각각 예상되는 계통 운영상의 문제점 및 대책

(1) 기전력 크기가 같을 것

- ① 기전력 크기가 다르면 전압차이로 발전기 내부에 무효순환 전류가 흘러 권선저항에 저항손을 발생시켜 발전기의 출력, 효율 저하 등으로 계통운영에 지장을 초래한다.
- ② 이 때 흐르는 순환전류는 낮은 전압의 발전기 전압을 높여 주고 높은 전압의 발전기 전압을 낮추어서 전압을 같게 하는 작용을 한다.
- ③ 이 순환 전류를 무효회류라 하며, 이것을 방지하기 위해서는 계자전류를 조정하여 발생 전압의 크기를 같게 해야 한다.

(2) 기전력의 위상이 같을 것

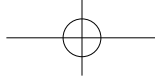
- ① 위상이 다르면 위상차에 의한 순환전류(유효회류)가 흐르며 계속 운전 시 위상차가 벌어져 탈조면 전력계통 공급력 저하를 가져 올수도 있다.
- ② 위상이 앞선 발전기는 부하증가를 하고 회전속도가 감소한다.
- ③ 이 순환전류가 흐르는 것을 방지하려면 동기검정을 이용하여 위상 일치 시 계통에 병입하여야 한다.

(3) 기전력의 주파수가 같을 것

- ① 발생하는 기전력의 주파수가 서로 다르면 발전기 단자전압이 시간적으로 심하게 진동한다.
- ② 이 전압의 최대 값은 각 발전기 전압의 거의 2배에 이른다.
- ③ 이러한 상태로 병렬운전을 지속하면 동기조건을 만족시키려고 가감속을 반복하며 결국 기계적 short 발생 Trip되면 전력계통 공급력 저하를 가져 올수도 있다.
- ④ 이 진동전압을 없애기 위해서 각 발전기의 속도를 조정하여 정격주파수로 운전해야 한다.

(4) 기전력 파형이 같을 것

두 기간의 파형이 다르면 고조파 무효순환 전류 등으로 병렬운전이 불가능해짐으로, 전력계통의 공급능력 저하를 가져온다.



문제 16

변압기 용량산정 시 필요한 수용률, 부등률, 부하율에 대하여 설명하시오.

| 해설 |

1. 개요

건축물의 배전설비 적정용량산정은 전동, 동력, 전산부하 등 부하설비의 최대수용전력을 산정하고 수용률, 부등률, 부하율 등을 고려하여 부하설비의 주 변압기 용량을 산정한다.

2. 수용률(Demand Factor)

- (1) 수용가의 부하설비가 동시에 사용되는 정도를 나타내는 것이 수용률이며, 수용장소의 총 전기설비용량에 대한 수용전력의 비율을 백분율로 표시한다. 따라서 각 부하의 설비용량에 수용률을 곱해서 최대수용전력을 계산한다.
- (2) 수용률은 부하의 종류, 건물의 용도, 업종에 따라 모두 다르게 적용된다.

$$\text{수용률} = \frac{\text{최대수용전력(1시간평균)}}{\text{총설비용량}} \times 100[\%]$$

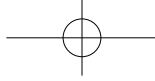
3. 부등률(Diversity Factor)

- (1) 수용가의 사용부하에 따라 부하특성이 변동하므로 수용가 상호간, 변압기 상호간, 배전선 상호간에서 각개의 최대부하가 생기는 시각이 각각 다르다. 이와 같이 부하설비가 동시에 최대가 되지 않는 정도를 표시한다.
- (2) 수용률만 적용하면 변압기의 용량이 과대하므로 부등률을 적용하여 변압기를 적정 용량으로 산정한다. 부등률은 2단 강압방식의 주변압기에만 적용하며 직강압 방식에는 수용률만 적용한다.

$$\text{부등률} = \frac{\text{각부하군의 최대수용전력의 합}}{\text{합성 최대수용전력}} \geq 1$$

4. 부하율(Load Factor)

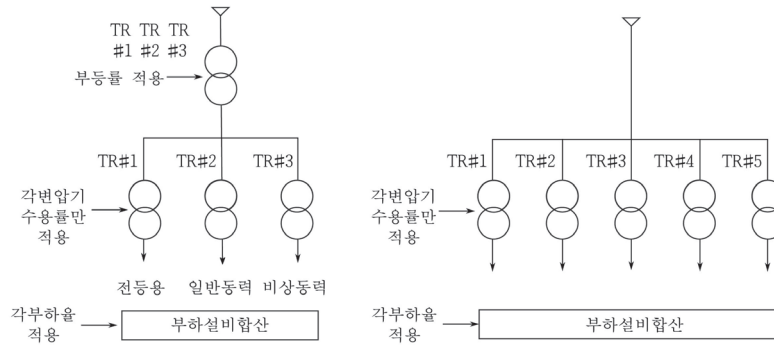
- (1) 전기설비가 어느 정도 유효하게 사용되는가를 나타내며, 수전설비 또는 전력공급 설비의 이용률을 표시하는 지표가 된다. 따라서 부하율이 높을수록 설비가 효율적으



로 사용되는 것이다.

- (2) 전력의 사용은 시간에 따라 항상 변동하며 부하율은 일, 월, 년 부하율로 구분하고 기간이 길수록 그 값은 낮아진다.

$$\text{부하율} = \frac{\text{부하의 평균 전력 (1시간 평균)}}{\text{최대 수용 전력 (1시간 평균)}} \times 100[\%]$$



[그림 4] 수용률, 부등률 적용 예

5. 수용률, 부등률, 부하율의 관계

- 최대부하 = 부하의 설비합계 $\times \frac{\text{수용률}}{\text{부등률}} [\text{kW}] \Rightarrow$ 변압기 용량 산정

↑

$$\begin{aligned} \text{부하율} &= \frac{\text{부하의 평균 전력 (1시간 평균)}}{\text{최대 수용 전력 (1시간 평균)}} \times 100[\%] \\ &= \frac{\text{부하 평균 전력}}{\text{총 설비용량}} \times \frac{\text{부등률}}{\text{수용률}} \end{aligned}$$

↑

$$\text{수용률} = \frac{\text{최대 수용 전력 (1시간 평균)}}{\text{총 설비용량}} \times 100[\%]$$

↓

$$\text{부등률} = \frac{\text{각부하군의 최대 수용 전력의 합}}{\text{합성 최대 수용 전력}} \geq 1$$

$$\text{【합성 최대 수용 전력} = \frac{\text{최대 수용 전력의 합}}{\text{부등률}} \text{ (단, 각 수용가의 수용률이 같다면)}$$

$$\Rightarrow \text{합성 최대 수용 전력} = \frac{\text{총 설비용량} \times \text{수용률}}{\text{부등률}}]$$