

건축전기설비기술사 예상시험문제

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

한찬호 | 건축전기설비기술사, (주)HS E&C 대표이사, I대학 겸임교수, 서울공과전기학원 기술사전문위원
임근하 | 기술사(3종목), 공학석사, K대학교 근무, P대학 겸임교수, 저서 다수, 서울공과전기학원 기술사전문위원

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 얻어낼 수 있다.

문제
01

정류기 용량과 정류기용 변압기의 용량이 다른 이유를 설명하시오.

| 해설 |

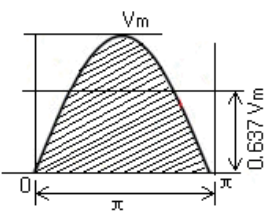
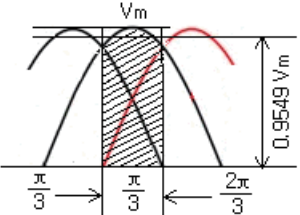
1. 개요

정류기의 용량은 직류전력으로 표시되고, 정류기용 변압기의 용량은 교류의 3상 피상전력으로 표시되기 때문에 표시 단위가 서로 다르다. 교류 전압과 전류의 단위는 실효치로서 최대 값을 V_m 또는 I_m 이라 할 때 실효치 전압, 전류는 각각 $V = \frac{1}{\sqrt{2}} V_m$ 와 $I = \frac{1}{\sqrt{2}} I_m$ 가 되는데 반해 직류는 사용 단위가 모두 평균값이다. 또 교류의 계산은 Vector로 하는데 비해, 직류는 Scalar로 계산한다.

2. 정류기용 변압기의 용량

가. 교류와 직류 전압비

실리콘 정류기 직류단자에 나타나는 전압은 맥동 전압으로, 이 단자 간을 전압계로 측정하면 이 계측기는 맥동 전압의 평균치를 가리키게 된다. 맥동파는 사인과 교류의 파고치 V_m 을 중심으로 1파의 $\frac{1}{3}$ 만을 나타내고 있으며, 맥동전압의 평균치는 이 사인파 사이의 면적 즉 그림에서 음영 표시된 부분의 평균 높이와 같은 값이 된다.

항 목	단상 전파정류	3상 전파정류
파 형		
면 적	$2V_m$	V_m
(직류전압) 평균치	$\frac{2V_m}{\pi} = 0.637V_m = 0.9V$	$\frac{V_m}{\frac{\pi}{3}} = 0.9549V_m = 1.35V$

[그림 1] 사인파 정류파형의 평균치(전압)

음영 표시된 부분의 면적 S는

$$S = \int_{\theta=\frac{\pi}{3}}^{\theta=\frac{2\pi}{3}} V_m \sin\theta \cdot d\theta = V_m [-\cos\theta]_{\theta=\frac{\pi}{3}}^{\theta=\frac{2\pi}{3}} = V_m \left[-\cos\frac{2\pi}{3} + \cos\frac{\pi}{3} \right] = V_m \left[-\left(-\frac{1}{2}\right) + \frac{1}{2} \right] = V_m$$

평균값인 직류 전압은

$$\text{직류맥동 전압의 평균치} = \frac{S}{\text{아랫변의 길이}} = \frac{V_m}{\frac{\pi}{3}} = \frac{3V_m}{\pi} = 0.9549 V_m$$

교류전압의 실효치를 V로 표시하면 $V_m = \sqrt{2} V$ 로 나타낼 수 있으며

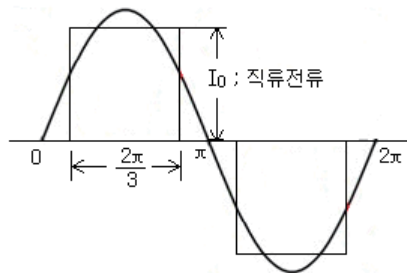
$$\text{직류 전압 } V_{DC} = 0.9549 \times \sqrt{2} V = 1.35 V$$

즉, 3상 전파 정류기의 직류전압은 교류전압(교류의 실효치)의 1.35배가 되고, 같은 이유로 단상 전파 정류기는 $0.637 V_m = 0.9V$ 로 교류전압의 0.9배가 된다.

도시철도의 경우, 정류기의 직류전압을 1500[V]로 하기 위해서는 교류전압 $\frac{1,500}{1.35} = 1111[V]$ 가 인가되어야 하나, 직류변전소 출력 전압 1500[V]는 정류기에 Full load가 걸려 있을 때의 전압으로 무부하(No load) 시에는 이보다 높아야 하고 또 선로의 전압 강하를 고려해야 하므로 교류전압 1200[V]를 인가해 직류전압은 1500[V]보다 높은 전압이 된다.

$$E_{AC} = 1,200[V], E_{DC} = 1.35 \times 1,200 = 1,620[V]$$

나. 교류 전류



정류기 결선에서 가장 일반적인 3상 브릿지(Bridge) 결선의 교류회로 각상 권선에 흐르는 전류는 교류전류 반파 중 전기각으로 $\frac{2\pi}{3}$ 라디안(120°)인 기간 동안에만 전류가 흐르는데 직류의 전류값은 평균치 I_D 로 표현할 때 이 값을 교류의 실효치 I로 환산하면

$$I = \sqrt{\frac{I_D^2 \times \frac{2\pi}{3}}{\pi}} = \sqrt{\frac{2}{3}} I_D = 0.8165 \times I_D \text{로}$$

직류 출력전류의 0.8165배가 된다.

다. 정류기용 변압기의 용량

$$P = \sqrt{3} \times E \times I \times 10^{-3} = \sqrt{3} \times E \times I_D \times 0.8165 \times 10^{-3} [\text{kVA}]$$

서울지하철공사의 4000[kW] 정류기용 변압기 용량을 계산해보면,

$$I_D = \frac{4,000[\text{kW}]}{1,500[\text{V}]} \times 1000 = 2666.67[\text{A}]$$

$$P = \sqrt{3} \times 1,200[\text{V}] \times 2666.67[\text{A}] \times 0.865 \times 10^{-3} = 4,525[\text{kVA}]$$

로, 정류기 용량 4,000[kW]보다 큰 4,520[kVA]가 되어 용량이 다르게 된다.

※ 참고문헌: 전기철도의 급전시스템과 보호 (김정철 저, 기다리)

문제 02

전력선과 통신선 사이에 차폐선을 가설한 경우 차폐계수의 식을 유도하고, 차폐효과에 대해 설명하시오.

| 해설 |

1. 개요

가. 전력선에 지락이 발생하면 영상전류가 흘러서 전자유도작용에 의해 통신선에 유도전압이 발생한다.

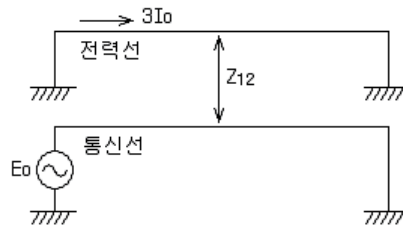
나. 유도전압의 발생은 $E = -j\omega M I_o (3I_o)$ 식에 의한다. 차폐선은 상호 인덕턴스 M 을 감소

시켜주는 방식이다.

다. 통상, 전력선의 가공지선을 차폐선으로 이용해 통신선에 대한 유도전압의 크기를 경감시켜준다.

2. 차폐계수식의 유도

가. 차폐선이 없을 경우의 유도전압

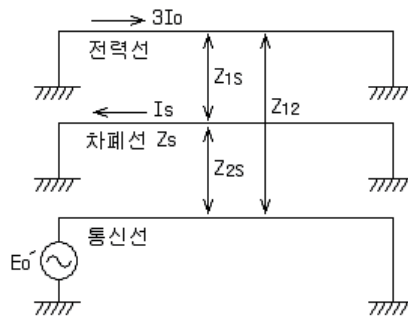


[그림 1] 차폐선이 없는 경우의 예

$$E_o = -Z_{12} \times (3I_o)$$

Z_{12} : 통신선과 전력선의 상호 리액턴스

나. 차폐선 존재 시의 유도전압



[그림 2] 차폐선의 차폐효과 예

$$E_o' = -Z_{12} \times (3I_o) + Z_{2s} \times I_s \quad \text{여기서 } I_s = \frac{Z_{1s}}{Z_s} \times (3I_o) \text{ 이므로}$$

$$E_o' = -Z_{12} \times (3I_o) + \frac{Z_{1s} \times Z_{2s}}{Z_s} \times (3I_o) = -Z_{12} \times (3I_o) \left[1 - \frac{Z_{1s} \times Z_{2s}}{Z_s \times Z_{12}} \times (3I_o) \right]$$

다. 차폐계수의 산출

차폐계수는 ‘차폐선이 없는 경우의 유도전압’에 대한 ‘차폐선 존재 시의 유도전압’ 이므로

차폐계수는 $\lambda = \frac{E_o'}{E_o} = \left(1 - \frac{Z_{1s} \times Z_{2s}}{Z_s \times Z_{12}} \right)$ 가 된다.

3. 차폐효과에 대한 설명

가. 차폐선으로 가공지선이 전력선과 근접되어 있기 때문에 Z_{12} 와 Z_{1s} 는 거의 같은 값이

되어 차폐계수는 $\lambda = \left(1 - \frac{Z_{2s}}{Z_s} \right)$ 가 된다.

나. 따라서 차폐계수가 작은 값이 되려면 차폐선의 임피던스 Z_s 가 작아야 하므로 차폐선 자체의 임피던스는 물론, 탐각 접지저항값도 되도록 작은 값이어야 한다.

다. 통상 차폐계수가 0.5~0.7이므로 유도전압의 크기가 차폐선 효과로 30%~50% 정도 감소된다.

문제
03

직류 고속 차단기의 방향성에 따른 종류와 유도분포의 선택특성에 대해 설명하시오.

| 해설 |

1. 개요

직류 고속도 기중 차단기는 교류 차단기가 고장 검출용 계전기의 동작에 의해 차단 동작을 하는 데 비해, 차단기 자체에 검출 기능 및 직류를 고속으로 차단하는 기능 등을 갖추어 새로 급격히 상승하는 사고전류에 대해서는 동작 설정치에 도달하기 전에 차단하는 선택 특성을 가지고 있다.

4. 차단기 종류별 특징

구 분		기중차단방식	Thyrister 방식	VCB 방식
전 기 적 특 성	차단원리	기중소호	반도체 소자 이용 차단	진공 Valve
	차단 Arc	기중방출	없음	없음
	조작 방식	전자투입	Gate 투입	Spring 투입
	Trip 방식	Spring	Reverse Current	전자반발 코일
	Arc Energy 처리	Arc 열	(ZNR)Arrester	(ZNR)Arrester
	내 Surge 특성(전압)	강	약	강
	Surge 전압발생	대	소	소
	내전류 특성	강	약	강
	절연특성	강	약(단로장치 필요)	강
	전류방향성	정, 역 가능	정, 역 불가	정, 역 가능
	발생열량(Loss)	소(접촉저항)	대	소(접촉저항)
	냉각장치	불필요	필요	불필요

※ 참고문헌 : 1. 최신 전기철도공학 (양병남 저, 성안당)
2. 서울특별시 지하철 건설본부 도시철도기술자료집(7)(김성길 저, 이엔지북)