

건축전기설비기술사 예상시험문제

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

유상봉 | 공학박사, Y대학교수, 5종목 기술사 보유(발송배전, 건축전기설비, 전기안전, 전기응용, 소방설비기술사), 서울공과전기학원 기술사전문위원
한찬호 | 건축전기설비기술사, (주)HS E&C 대표이사, I대학 겸임교수, 서울공과전기학원 기술사전문위원
임근하 | 기술사(3종목), 공학석사, K대학교 근무, P대학 겸임교수, 저서 다수, 서울공과전기학원 기술사전문위원

【문제 1】 눈부심의 손실에 대하여 설명하시오.

【해설】

1. 눈부심(Glare)의 원인

가. 눈부심의 정의

시야 내의 어떤 휘도로 인해 불쾌, 고통, 눈의 피로나 시력의 일시적인 감퇴를 초래하는 현상

나. 눈부심의 원인

① 고휘도 광원
② 눈에 입사하는 광원의 과다
③ 반사 및 투과면
④ 순응의 결핍
⑤ 눈부심을 주는 광원을 오래 주시할 때
⑥ 시선부근에 노출된 광원
⑦ 물체와 그 주위와의 고휘도 대비

2. 눈부심의 종류

가. 감능 눈부심(Disability glare)

① 정의: 시 대상물을 보고자 하는 시선 방향의 주변에 있는 고 휘도원에서 눈에 들어간 빛이 안구 내에서 산란하여 망막 앞에 어떤 휘도를 갖는 망막 커튼으로 쳐지기 때문에 결과적으로 시 대상물을 식별하는 능력을 저하시키는 현상이다.

② 원인: 눈과 시 대상물 사이에 망막을 끼움으로서 시 대상물과 배경의 휘도대비를 물리적으로 저하시키기 때문이며, 그 망막의 휘도가 망막에 대해 겹쳐지므로 망막은 그만큼 높은 휘도에 순응하게 되어 망막의 감도가 물리적으로 낮아지기 때문이다.

나. 불쾌 눈부심(Discomport glare)

① 정의: 실제의 조명 환경에서 사람들이 '눈부심'이 마음에 걸리거나 눈부심 때문에 불쾌한 분위기를 느끼는 것을 말한다.
즉, 심한 휘도의 차이로 피로, 불쾌감을 느끼게 되어 시력에 장애를 느끼는 것을 말한다.

② 원인
- 휘도가 높은 광원
- 반사면 및 투과면
- 눈에 입사하는 광속의 과다
- 시선부근에 노출된 광원
- 물체와 그 주위 사이의 고휘도 대비
- 눈부심을 주는 광원을 오래 주시할 때

다. 직시 눈부심(Direct glare)

① 정의: 고휘도 광원과 같이 극히 휘도가 높은 것이 중심 시야에 들어간 경우를 말한다. 불쾌 눈부심과도 상호 관계를 갖는다.
$Dt = 1.8\log(L \times t) + K$
Dt=잔상의 지속시간
L=고휘도원의 휘도(cd/m^2)
t=고휘도원의 직사시간(sec)
k=고휘도원의 배경에 의해 정해지는 정수의 관계

② 원인: 휘도가 높은 광원을 직시하였을 때 나타나는 현상

라. 반사 눈부심(Defection glare)

① 정의: 반사 글레어는 고휘도 광원에서의 빛이 물질의 표면에서 반사해 눈에 들어왔을 때 일어나는 현상을 말한다.

② 원인: 반사면이 평활하고 광택이 있는 면일 경우 즉 정반사율이 높은 면일수록 강하게 나타난다.

3. 눈부심의 영향

가. 작업능률의 저하

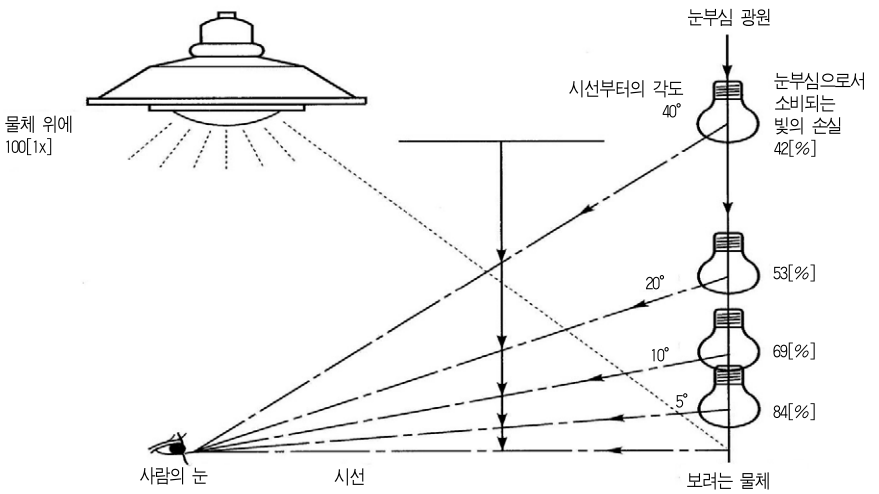
나. 부상 및 재해의 원인

다. 오래 지속되는 경우 피로, 권태 촉진

라. 눈이 나빠짐

마. 눈부심으로 인한 빛의 손실

작업능률이 저하되고, 작업자의 부상이나 재해의 원인이 되는 빛의 손실은 눈부심을 주는 광원의 위치에 따라 달라진다.



〔그림 1〕 눈부심에 의한 빛의 손실

보려는 물체가 100[lx]로 비추고 있을 때 눈부심 광원이 시선으로부터 40°의 방향에 나타나면 조도는 42% 감소되어 58[lx]일 때의 보임밖에 안 된다.

바. 눈부심의 한계

① 항상 시야 내에 들어오는 대상: 0.2(cd/㎠)

② 때때로 들어오는 대상: 0.5(cd/㎠)

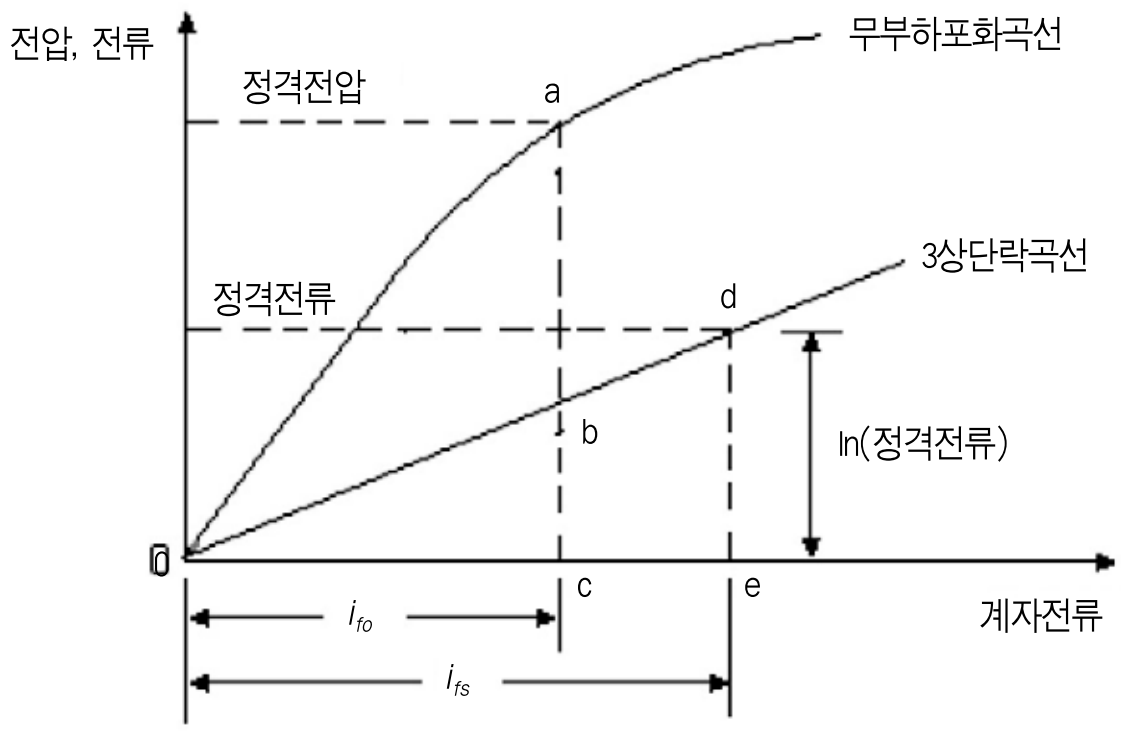
【문제 2】 발전기의 단락비는 직축 동기리액턴스 X_d의 역수와 동일함을 포화 및 단락곡선을 이용하여 증명하고, 단락비가 큰 발전기의 특징과 장단점을 기술하시오.

【해설】

1. 단락비의 정의

동기발전기가 정격속도로 무부하 정격전압을 유기하는 데 요하는 계자전류 i_{fo}와 3상단락 시에 정격전류에 상등한 지속단락전류를 흘리는 데에 요하는 계자전류 i_{fs}와의 비

$$\therefore K = \frac{i_{fo}}{i_{fs}} = \frac{oc}{oe} = \frac{bc}{de} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$



2. 단락비와 직축 동기리액턴스와의 관계

직축 동기리액턴스는 전기자 반작용 리액턴스와 전기자 누설리액턴스를 일괄해서 전기자 단자에서 본 하나의 등가 리액턴스이며, 이것에 전기자 권선의 실효저항을 벡터적으로 합성한 것이 동기임피던스인데, 전기자 저항은 직축 동기리액턴스 X_d에 비할 때 무시할 수 있을 만큼 작은 값이다. 따라서 그림에서 직축 동기리액턴스는 계자전류 i_{fo}에서의 1상의 무부하 단자전압 $V_n/\sqrt{3}$ (V_n: 무부하 시의 선간전압의 정격치)을 그때의 계자전류 i_{fo}에 대한 3상 단락전류 I로 나눈 것이다.

$$X_d = \frac{V_n/\sqrt{3}}{I} = \frac{ac/\sqrt{3}}{bc}(\Omega) \quad \cdots\cdots (2)$$

또한, 직축 동기리액턴스 X_d는

$$X_d = \frac{\text{직축 동기리액턴스 강하}}{\text{정격전압(1상)}} = \frac{I_n \cdot X_d}{V_n/\sqrt{3}}$$

$$= \frac{\frac{de \times ac/\sqrt{3}}{bc}}{ac/\sqrt{3}} = \frac{de}{bc} = \frac{1}{K} \quad \cdots\cdots (3)$$

즉, 단락비 K는 단위법으로 나타낸 직축 동기리액턴스의 역수와 상등하다는 것을 알 수 있다. 따라서 단락비가 큰 발전기는 직축 동기리액턴스가 적다는 것이 된다.

3. 단락비가 큰 발전기의 특징

가. 무부하 송전 선로의 충전 능력이 커진다.

즉, 자기 여자(Self Excitation) 없이 충전하기 위한 단락비는,

$$K_s > \left(\frac{Q'}{Q}\right)\left(\frac{V}{V'}\right)(1+\sigma)$$

의 식으로 표시되는데,

여기서, Q: 발전기 용량
Q′: 충전 용량
V: 정격 전압
V′: 충전 전압
σ: 정격 전압에서의 포화 계수로 0.05~0.15 정도이다.

나. 전기자 반작용이 작다.

다. 동기 임피던스가 작으므로 전압 변동률이 작다.

라. 과부하 내량이 크다.

4. 장단점

가. 단락비가 큰 기계는 동기 임피던스가 작은 것으로, 이것은 계자 기자력이 큼을 의미하므로 계자 권회수가 많아지고 계자 철심(회전자)의 직경이 커져서 중량이 큰 철기계가 된다.

나. 기계는 전기자 반작용이 작고, 계자 자속이 크며, 기전력을 유기하는 데 필요한 계자 전류가 커진다.

다. 철기계는 전압 변동률이 작고, 과부하 내량이 크며, 송전 선로의 충전 용량이 큰 기계로 여유가 있어 좋으나 가격이 비싸다는 단점이 있다.

라. 반면에 단락비가 작은 기계는 동기 임피던스와 전기자 반작용 및 전압변동률이 큰 동기계가 된다.

마. 동기계는 공극이 작고, 계자 기자력이 전기자 기자력에 비해 작다.

바. 동기계는 계자의 동과 철을 줄여서 설계된 것으로 중량이 가볍고 가격이 싸다.

【문제 3】 부하의 역률을 개선할 경우 그 효과를 열거하고, 20000〔kVA〕 단락용량의 모선에 1000〔kVA〕의 콘덴서를 설치 시 전압강하 경감률을 구하시오.

【해설】

1. 역률개선 효과

가. 역률개선에 의한 설비용량의 여유 증가

역률이 개선됨으로써 부하전류가 감소하여 같은 설비로도 설비용량에 여유가 생기게 된다. 즉, 설비용량을 더 늘리지 않고도 부하의 증설이 가능해진다.

나. 역률개선에 의한 전압강하 경감

역률을 개선하면 선로전류가 감소하게 되므로 선로에서의 전압강하는 경감된다.

다. 역률개선에 의한 변압기 및 배전선의 전력손실 경감

① 배전선 및 변압기에 전류가 흐르면 $P_L = 3I^2R$의 손실이 발생한다.

② 역률개선에 의해 무효전력이 감소하므로 이 전력손실이 경감된다.

라. 역률개선에 의한 전기요금 경감

① 전력 수용가의 부하역률을 개선하면 전력회사는 그만큼 설비 합리화가 이루어지기 때문에 수용가의 역률개선을 촉진한다는 목적으로 기본요금에 역률할증제도를 실시하고 있다.

② 전기요금제도는 역률이 90%에 미달한 역률만큼 전기요금을 추가하는 역률할증

제도를 적용하고 있다.

2. 전압강하 경감률 계산

전압강하 경감률은

$$\triangle V_c = \frac{\triangle E - \triangle E'}{E_r} \times 100 = \frac{XP_r}{{E_r}^2}(\tan\theta_0 - \tan\theta_1) \times 100$$

$$= \frac{X}{{E_r}^2} P_r (\tan\theta_0 - \tan\theta_1) \times 100$$

$$\fallingdotseq \frac{Q_c}{R_c} \times 100[\%]$$

여기서, $R_c \fallingdotseq \frac{{E_r}^2}{X}$

콘덴서 설치 모선의 단락 용량

$Q_c = P_r(\tan\theta_0 - \tan\theta_1)$

이 계산식으로부터 콘덴서 설치에 의한 전압 상승(즉, 전압 강하의 경감)은 콘덴서 용량과 단락 용량의 비로 쉽게 구할 수 있다는 것을 알 수 있다.

모선의 단락용량이 20000〔kVA〕이고, 여기에 역률개선용으로 투입된 콘덴서 용량이 1000〔kVA〕였다면,

역률 개선 결과 배전선로의 전압강하 경감률 $\triangle V_c$는

$$\triangle V_c = \left(\frac{1000}{20000}\right) \times 100 = 5\%$$

【문제 4】 고조파의 발생 원인 가변속 전동기와 일반 부하가 병렬로 480〔V〕 모선에 연결되어 운전되고 있다. 이 전동기의 정격과 발생되는 고조파는 다음과 같다.

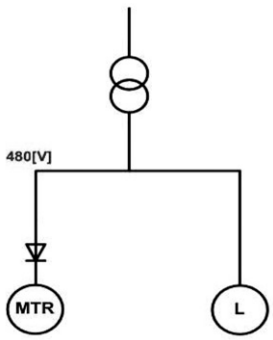
전동기 용량: 560〔㎾〕, 전압: 480〔V〕, 전류(기본파): 601〔A〕
이 모선은 용량 1500〔kVA〕, 임피던스 6〔%〕의 변압기에서 전력을 공급받고 있다.

이때 480〔V〕 모선에서의 전압왜형률(THD)을 구하시오.

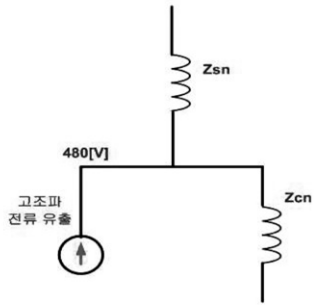
고조파	%	전류[A]
5	20	120
7	12	72
11	7	42
13	4	24

【해설】

1. 등가회로



〈기본회로〉



〈등가회로〉

%Zcn: 표와 같다.

%Zsn: n×%Zt

In: 표와 같다.

$$Isn = \frac{\%Zcn}{\%Zsn + \%Zcn} \times In \ , \quad Icn = \frac{\%Zsn}{\%Zsn + \%Zcn} \times In$$

$$\triangle Vn(\%) = \frac{Isn}{\frac{1500}{\sqrt{3} \times 0.48}} \times \frac{\%Zsn}{100} \times 100[\%] \ , \quad THD = \sqrt{\sum (Vn)^2}$$

고조파	%Zcn(부하)	Zsn(전원,%)	In	Isn	Icn	△Vn(%)	$\triangle Vn^2$
5	20	30	120	48.0	72.0	0.798	0.637
7	12	42	72	16	56.0	0.372	0.139
11	7	66	42	4.0	38.0	0.147	0.022
13	4	78	24	1.17	22.8	0.051	0.003
전압 THD(%)=0.894							

답) 전압 THD(%)=0.894[%]㉾