

발송배전기술사 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.

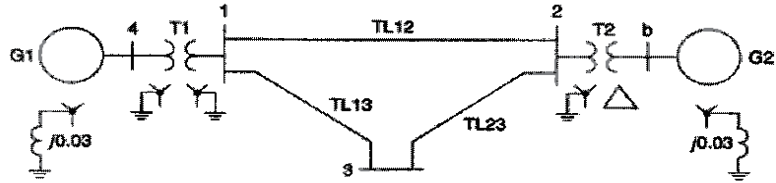
구분	문제수	시간	배점	답안 작성 기준
1교시	13문제 중 10문제 선택 (각 10점)	100분	100점	10점짜리 1문제당 1페이지 분량 10분 이내 작성
2~4교시	6문제 중 4문제 선택 (각 25점)	100분×3	100점×3	25점짜리 1문제당 2.5페이지분량 25분 이내 작성
		400분	400점	

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

아래의 3상 계통에서 각 설비의 per unit 리액턴스 값은 다음과 같다. 아래의 물음에 답하시오.



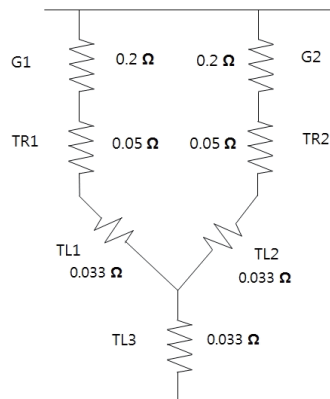
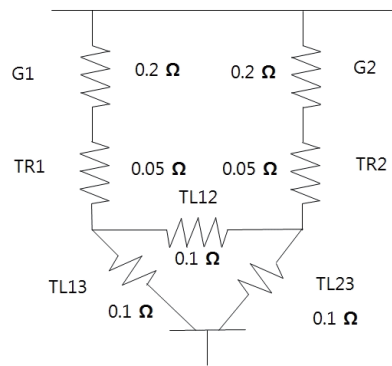
구분		용량 [MVA]	전압 [kV]	리액턴스 [p.u]
동기발전기	G1	100	25	$X_1 = X_2 = 0.2, X_0 = 0.05$
	G2	100	13.8	$X_1 = X_2 = 0.2, X_0 = 0.05$
변압기	T1	100	25/230	$X_1 = X_2 = X_0 = 0.05$
	T2	100	13.8/230	$X_1 = X_2 = X_0 = 0.05$
송전선로	TL12	100	230	$X_1 = X_2 = 0.1, X_0 = 0.3$
	TL13	100	230	$X_1 = X_2 = 0.1, X_0 = 0.3$
	TL23	100	230	$X_1 = X_2 = 0.1, X_0 = 0.3$

- 1) 송전선로의 100MVA, 230kV를 단위 기준값(per unit base)으로 사용하여 per unit 시퀀스도를 그리시오.
- 2) 모선3에서 본 테브난 등가회로를 그리시오.
- 3) 모선3에서의 3상 단락고장 전류(per unit)를 구하시오.

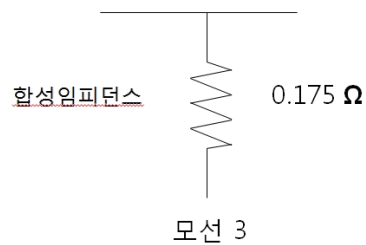
| 해설 |

1. 송전선로의 100MVA, 230kV를 단위 기준값(per unit base)으로 사용하여 per unit 시퀀스도를 그리시오.

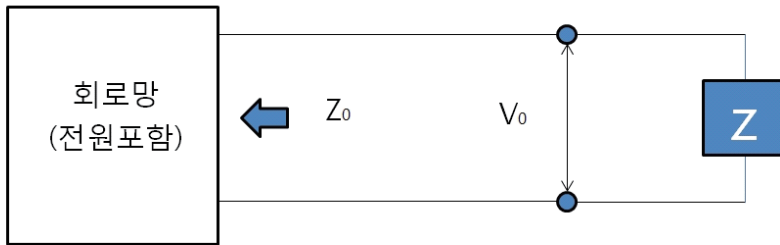
가. 3상 단락전류 계산을 위해 정상분의 회로를 기준으로 per unit 시퀀스도를 작성한다.



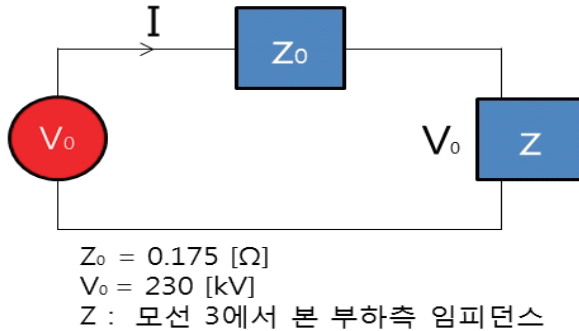
$$TL1 = TL2 = TL3 = \frac{0.1 \times 0.1}{0.1 + 0.1 + 0.1} \approx 0.033$$



2. 모선3에서 본 테브난 등가회로를 그리시오.



전원 전압 V_0 는 부하측 단자를 개방했을 시 여기에 나타나는 전압과 같고, 또 Z_0 는 회로망 내의 모든 전원을 제거하고 개방단자에서 회로망 쪽을 본 임피던스와 같다. 여기서 전원을 제거한다는 것은 전원을 동작하지 못하게 하는 것, 즉 전원 전압의 경우에는 그 양 단자를 단락하는 것을, 또 전원 전류의 경우에는 그 양 단자를 개방하는 것을 의미한다.



3. 모선3에서의 3상 단락고장 전류(per unit)를 구하시오.

$$I_S = \frac{100}{\%Z} I_n = \frac{1}{Z[pu]} I_n = \frac{1}{0.175} I_n = 5.714[pu]$$

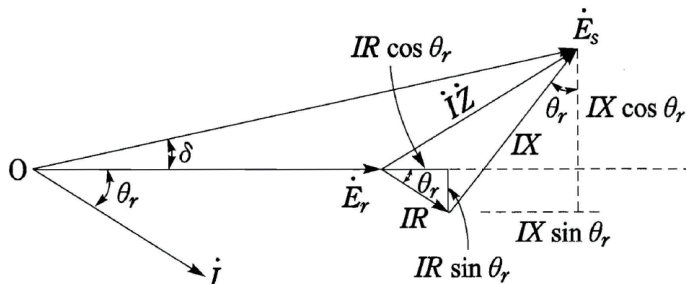
문제
02

단상 100kVA, 2400/240V, 60Hz의 배전용 변압기가 직렬 임피던스 $(1.0 + j2.0)\Omega$ 의 선로를 통해 전력을 공급받고 있다. 변압기 1차측 환산 임피던스는 $(1.0 + j2.5)\Omega$ 이고, 변압기 2차측 부하가 240V, 지연률 0.8로 운전할 때 다음을 구하시오. (단, 변압기는 부하율 50%로 운전한다고 본다)

- 1) 변압기 1차측 단자전압
- 2) 선로 인입단 전압

| 해설 |

1. 전압강하 수식 유도



$$\begin{aligned}\dot{E}_S &= \dot{E}_r + \dot{I}Z = E_r + I(\cos\theta_r - j\sin\theta_r)(R + jX) \\ &= (\dot{E}_r + IR\cos\theta_r + IX\sin\theta_r) + j(IX\cos\theta_r - IR\sin\theta_r)\end{aligned}$$

$$E_S = \sqrt{(E_r + IR\cos\theta_r + IX\sin\theta_r)^2 + (IX\cos\theta_r - IR\sin\theta_r)^2}$$

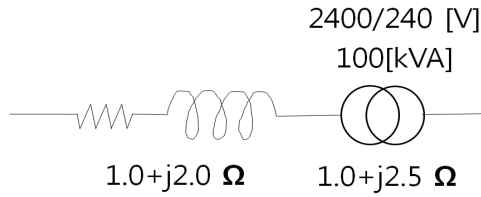
한편, $\sqrt{\quad}$ 내의 제2항은 제1항에 비해 훨씬 작기 때문에 이 항을 무시하면

$$E_S \approx E_r + I(R\cos\theta_r + X\sin\theta_r) \text{로 된다.}$$

따라서 선로 임피던스에 의한 전압강하는 다음과 같다.

$$\text{전압강하} = E_S - E_r = I(R\cos\theta_r + X\sin\theta_r)$$

2. 변압기 1차측 단자전압



$$I = \frac{kVA}{V \cdot \cos\theta} = \frac{50 \times 1000}{2400 \times 0.8} \doteq 26.041 [A]$$

$$\Delta E = I(R \cos\theta + X \sin\theta)$$

$$= 26.041(1.0 \times 0.8 + 2.5 \times 0.6)$$

$$= 59.8943 [V]$$

∴ 변압기 1차측 전압은

$$2400 + \Delta E = 2400 + 59.8943 = 2459.89 [V]$$

3. 선로 인입단 전압

$$\Delta E = I(R \cos\theta + X \sin\theta)$$

$$= 26.041(2.0 \times 0.8 + 4.5 \times 0.6)$$

$$= 112.7143 [V]$$

∴ 선로 인입단 전압은

$$2400 + \Delta E = 2400 + 112.7143 = 2512.7 [V]$$

4. 결론

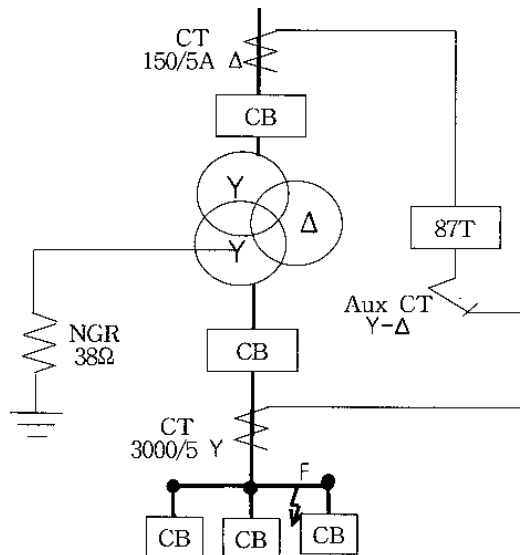
부하율 50%에 해당되는 부하전류가 26.041[A], 역률이 0.8일 때 변압기 2차측이 정격전압 240[V]를 유지하기 위해서는 변압기와 선로에서 발생하는 전압강하를 고려해 이에 상응하도록 전압을 높여 공급하면 된다.

문제
03

아래 그림과 같이 Y-Δ-Y 결선된 변압기가 있다. 이 변압기의 내부사고 보호를 위해 비울차동계전기를 사용했다. 이 계전기의 정정값을 구하시오.

변압기 - 용량: 20,000kVA, 1차 전압: 154kV, 2차 전압: 6.9kV,
임피던스: 10%, Tap changer: $\pm 10\%$, 결선: Y-Δ-Y,
NGR: 100A, 38Ω

CT - 1차 BCT: 150/5A, Δ결선
2차 BCT: 3,000/5A, Y결선



| 해설 |

1. 전류 Tap 정정

가. 보호계전기 사양

유도형

나. 정정범위

- ① 전류 Tap : 2.9 - 3.2 - 3.5 - 3.8 - 4.2 - 4.6 - 5.0 - 8.7
- ② 동작비율 : 20-40-70%

항 목	154kV 측	6.9kV 측
정격전류	$I_N = \frac{20,000}{\sqrt{3} \times 154} \approx 75 A$	$I_N = \frac{20,000}{\sqrt{3} \times 6.9} \approx 1,673 A$
사용 CT Ratio	150/5A	3,000/5A
변압기 정격운전 시 CT 2차전류	$75 \times \frac{5}{150} = 2.5 A$	$1,673 \times \frac{5}{3,000} \approx 2.79 A$
CT 2차회로 결선	Δ	Y
보호계전기 유입전류	$2.5 \times \sqrt{3} \approx 4.33 A (I_P)$	$2.79 (I_S)$
전류 Tap 선정	Tap = 4.6A (T_P)	$Tap = 4.6 \times \frac{2.79}{4.33} \approx 2.96 A$ Tap = 2.9A (T_S)

2. Mismatch을 계산

$$\varepsilon = \frac{\frac{I_S}{I_P} - \frac{T_S}{T_P}}{\frac{I_S}{I_P} \text{와 } \frac{T_S}{T_P} \text{ 중 작은 값}} \times 100 = \frac{\frac{2.79}{4.33} - \frac{2.9}{4.6}}{\frac{2.9}{4.6}} \times 100 \approx 2.22\%$$

3. 동작비율 정정

- 가. ULTC 조정에 의한 오차: $\pm 10\%$
 - 나. Tap 선정 시 Mismatch율: 2.22%
 - 다. CT오차($\pm 5 \times 2$): $\pm 10\%$
 - 라. 보호계전기 오차: $\pm 5\%$
 - 마. CT Cable의 차이 및 부담의 차이 또는 기타: $\pm 5\%$
 - 바. 여유오차: $\pm 5\%$
- 합계 = $-32.78 \sim +37.22\% \Rightarrow \therefore$ Slop Tap = 40%로 결정