

발·송·배전기술사 실력배양 문제

이귀일 | 유석산업(주) 대표이사 e-mail : lki@unitel.co.kr

문제5) 고체 유전체의 열적파괴와 전기적 파괴에 대하여 설명하시오.

1) 열적파괴

- 온도상승 : 고체 절연물에 전압을 인가하면 미소전류가 흐르고 Joule열 또는, 유전체손실을 일으켜 고체절연물의 온도가 올라간다.
- 저항의 부온도계수 : 절연물의 저항은 일반적으로 부(-)의 온도계수를 갖고 있으므로, 온도가 상승하면 저항이 감소하여 전류가 증가하고 온도는 더욱 높아진다.
- 열적파괴 : 만약 발열량이 방산열량보다 많으면 위의 작용이 반복되어 절연물의 온도는 계속 높아진다.
인가전압이 허용치를 넘으면 결국 절연물이 열적으로 분해되고, 탄화 되는것 등으로 절연이 파괴하기에 이른다.

2) 전기적파괴

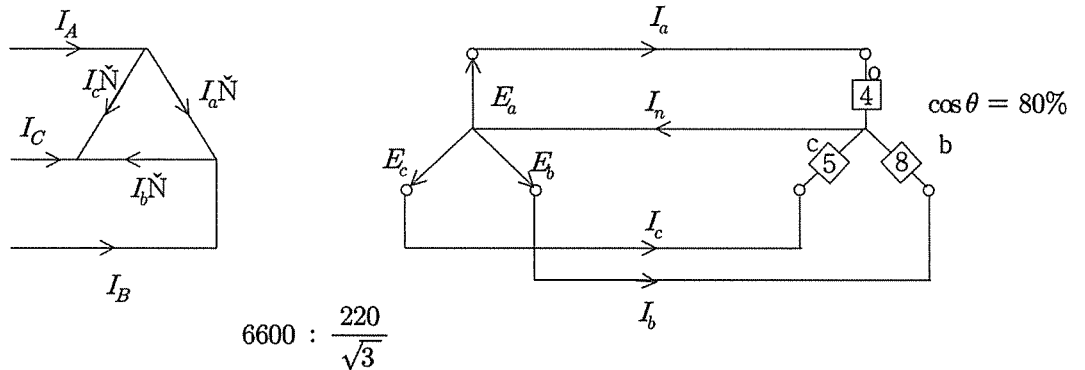
- 원자의 열진동 : 절연물의 전도대 중에 극소량이지만 존재하는 자유전자가 인가 전압의 전계에 의하여 가속되어 원자와 충돌한다.
이 충돌로 고체유전체의 원자가 열진동을 하게 되며 인가전압이 높으면 더욱 커진다.
- 전자방출 : 열진동이 한계점에 도달하면 전자가 충돌하여도 탄성충돌을 할뿐 전자는 에너지를 잃지 않는다.
이렇게 되면 전자는 더욱가속되어 충돌하게 되고, 원자의 구속 에너지보다 크게 되면 전자를 방출하게 된다.
- 전자사태 : 인가전압이 허용치를 넘게 되면 충돌전기가 일어나게 되고, 이런상태가 계속되면 전자사태로부터 절연파괴가 일어난다.

문제5) 6600V 고압 전원을 1차, 2차 Y결선하여 220V의 저압3상4선식 배전선로에 전력을 공급하고 있다. 역률 80%의 유도부하를 저압측 각상과 중성선사이에 접속했을때, 저압측 중성선과 고압측 각상에 흐르는 전류는 얼마인가?

(여기서 변압기의 변압비는 $6600 : \frac{220}{\sqrt{3}}$ 이다.)

Approach : 다상 교류회로의 전압, 전류, 전력 관계식을 임피던스 MAP을 작성하여 풀어간다.

풀이 : 임피던스 MAP을 작도하면 아래와 같다.



$$6600 : \frac{220}{\sqrt{3}}$$

변압기 2차측 단자 전압 E_a, E_b, E_c 를 벡터 연산자 a로 표시하면,

$$\dot{E}_a = \frac{220}{\sqrt{3}}, \dot{E}_b = \frac{220 \times a^2}{\sqrt{3}}, \dot{E}_c = \frac{220 \times a}{\sqrt{3}} \quad \text{————— ①}$$

주어진 각상 부하 임피던스를 표시하면,

$$\left. \begin{aligned} \dot{Z}_a &= 4(\cos\theta - j\sin\theta) = 4(0.8 - j0.6) \\ \dot{Z}_b &= 8(\cos\theta - j\sin\theta) = 8(0.8 - j0.6) \\ \dot{Z}_c &= 5(\cos\theta - j\sin\theta) = 5(0.8 - j0.6) \end{aligned} \right\} \text{————— ②}$$

따라서 부하의 각 선전류 I_a, I_b, I_c, I_n 는,

$$\left. \begin{aligned} I_a &= \frac{E_a}{Z_a}, \quad I_b = \frac{E_b}{Z_b}, \quad I_c = \frac{E_c}{Z_c} \\ I_n &= I_a + I_b + I_c \end{aligned} \right) \text{가 된다.} \quad \text{③}$$

따라서 2차전류는,

$$I_a = \frac{220/\sqrt{3}}{4(0.8-j0.6)} = \frac{55}{\sqrt{3}(0.8-j0.6)} = \frac{55}{\sqrt{3}(\Delta)} \quad [A]$$

$$I_b = \frac{220 \times a^2/\sqrt{3}}{8(0.8-j0.6)} = \frac{27.5}{\sqrt{3}(0.8-j0.6)} \times a^2 = \frac{27.5}{\sqrt{3}(\Delta)} \times a^2 \quad [A]$$

$$I_c = \frac{220 \times a/\sqrt{3}}{5(0.8-j0.6)} = \frac{44}{\sqrt{3}(0.8-j0.6)} \times a = \frac{44}{\sqrt{3}(\Delta)} \times a \quad [A]$$

$$I_n = I_a + I_b + I_c = \frac{1}{\sqrt{3}(\Delta)} (55 + 27.5a^2 + 44a)$$

$$= \frac{1}{\sqrt{3}(\Delta)} \left\{ 55 + 27.5 \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) + 44 \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \right\}$$

$$= \frac{(31.75 - 7.94 - j13.75 - 12.70 + j22)}{(0.8 - j0.6)}$$

$$= \frac{11.1 + j8.25}{0.8 - j0.6}$$

$$\therefore |I_n| = \frac{\sqrt{11.1^2 + 8.25^2}}{\sqrt{0.8^2 + 0.6^2}} = \frac{13.83}{1} = 13.83 \quad [A]$$

변압기 권선비를 $n = \frac{6600}{220}$ 이라 할때, 1차측으로 환산한 상전류 $I_a\check{N}, I_b\check{N}, I_c\check{N}$ 는,

$$I_a\check{N} = \frac{I_a}{n} = \frac{\frac{220}{\sqrt{3}}}{6600} \times I_a = \frac{\frac{220}{\sqrt{3}}}{6600} \times \frac{55}{\sqrt{3}(\Delta)} = \frac{0.61}{(\Delta)} \quad [A]$$

$$I_b\check{N} = \frac{I_b}{n} = \frac{\frac{220}{\sqrt{3}}}{6600} \times I_b = \frac{\frac{220}{\sqrt{3}}}{6600} \times \frac{27.5}{\sqrt{3}(\Delta)} \times a^2 = \frac{0.31}{(\Delta)} a^2 \quad [A]$$

$$I_c\check{N} = \frac{I_c}{n} = \frac{\frac{220}{\sqrt{3}}}{6600} \times I_c = \frac{\frac{220}{\sqrt{3}}}{6600} \times \frac{44}{\sqrt{3}(\Delta)} \times a = \frac{0.49}{(\Delta)} a \quad [A]$$

∴ 제의에 따라 1차측으로 환산한 각상의 선전류 I_A, I_B, I_C 는,

특 강 2

발 · 송 · 배 전

실 력 배 양 문 제

$$I_A = \dot{I}_a - \dot{I}_c = \frac{0.61 - 0.49a}{(\Delta)} = \frac{0.61 - 0.49(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2})}{0.8 - j0.6} = \frac{0.855 - j0.424}{0.8 - j0.6}$$

$$I_B = \dot{I}_b - \dot{I}_a = \frac{0.31a^2 - 0.61}{(\Delta)} = \frac{0.31(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}) - 0.61(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2})}{0.8 - j0.6} = \frac{0.15 - j0.796}{0.8 - j0.6}$$

$$I_C = \dot{I}_c - \dot{I}_b = \frac{0.49a - 0.31a^2}{(\Delta)} = \frac{0.49(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}) - 0.31(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2})}{0.8 - j0.6} = \frac{0.09 - j0.692}{0.8 - j0.6}$$

따라서, 고압측 각상에 흐르는 전류는,

$$|I_A| = \frac{\sqrt{0.855^2 + 0.424^2}}{\sqrt{0.8^2 + 0.6^2}} = \frac{0.954}{1} = 0.954 \quad [A]$$

$$|I_B| = \frac{\sqrt{0.15^2 + 0.796^2}}{\sqrt{0.8^2 + 0.6^2}} = \frac{0.81}{1} = 0.81 \quad [A]$$

$$|I_C| = \frac{\sqrt{0.09^2 + 0.692^2}}{\sqrt{0.8^2 + 0.6^2}} = \frac{0.697}{1} = 0.697 \quad [A]$$

답 : 저압측 중성선 전류 : 13.83 [A]

고압측 전류 : $I_A = 0.954 [A]$, $I_B = 0.81 [A]$, $I_C = 0.697 [A]$

특 강 2

발 · 송 · 배 전

실력 배양 문제

※ 9월호 53page 밑에서 세번째 줄 $W_R = P_R + jQ_R = -\frac{A}{B} V_{R^2}^{j(\beta - \alpha)}$ 공식 앞에

B. 수전단 전력원선도 작도가 누락되었습니다. 참조바랍니다.