

건축전기설비기술사 문.제.해.설.

글 / 김세동 (두원공과대학교 교수, 공학박사, 기술사 e-mail : kimse@doowon.ac.kr)

정격출력 1,000kVA, 정격전압에서 철손 12kW, 정격전류에서 동손 48 kW의 단상 변압기의 정격전압에서 부하 역률이 0.8인 경우 최대 효율의 조건 및 최대 효율값을 구하시오.

항 목	Key Point 및 확인 사항	비 고
Key Word	변압기의 최대 효율	—
관련 이론 및 실무 사항	<ol style="list-style-type: none"> 1. 변압기에 대한 구조 및 특성 인지 2. 변압기의 효율 개념 인지 3. 변압기의 최대효율 조건 인지 4. 변압기의 표준을 찾아 확인 (KS C 4311 건식변압기) 	—

<해설>

1. 효율의 개념

1) 개념 : 효율이라 함은 변압기에 부하를 걸었을 때 입력과 출력의 비를 말하며, 이를 구하기 위하여 손실을 산출하여야 한다.

2) 규약 효율

지금 전 손실을 p 라 하면, 입력 = 출력 + 손실, $P_1 = P_2 + p$

$$\text{효율 } \eta = \frac{\text{출력}}{\text{출력} + \text{손실}} \times 100 \quad [\%] = \frac{\text{입력} - \text{손실}}{\text{입력}} \times 100 \quad [\%]$$

여기서, 손실은 동손과 철손을 포함한다.

$$\text{따라서, } \eta = \frac{V_2 I_2 \cos \theta_2}{V_2 I_2 \cos \beta_2 + P_i + I_2^2 r} \times 100 \quad [\%] \quad (1)$$

3) 최대 효율

식 (1)에서 공급전압과 주파수가 일정하면, 철손(P_i)는 일정하므로, 효율은 I_2 에 따라서 변화하게 되며, 어떤 부하전류에서 효율이 최대로 된다.

즉, $V_2 I_2 \cos \theta_2$ 는 일정하므로, $\frac{P_i}{I_2} + I_2 r$ 이 최소가 될 때 효율은 최대가 된다.

그러므로,

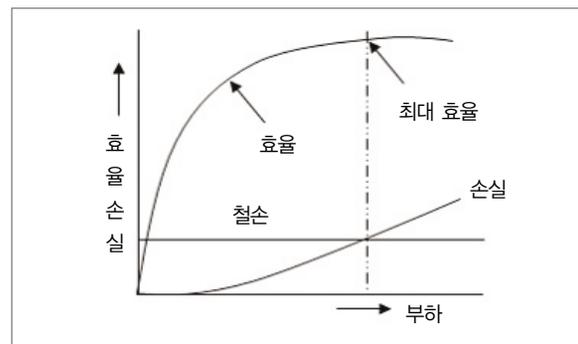
$y = \frac{P_i}{I_2} + I_2 r$ 가 최소가 되는 I_2 는

$$\frac{dy}{dI_2} = -\frac{P_i}{(I_2)^2} + r = 0$$

$$I_2 = I_{2m} = \sqrt{\frac{P_i}{r}} \quad (2)$$

이 되며, (철손) $P_i = (I_2)^2 \times r$ (동손)가 되는 부하전류에서의 효율은 최대가 된다.

그림 1은 부하와 효율의 관계 곡선을 나타낸 것이며, 철손과 동손이 같은 지점에서 최대 효율이 된다.



[그림 1] 부하와 효율의 관계

2. 상기의 문제에서 부하역률 0.8일 때의 효율은 다음과 같다.

$$\eta = \frac{1000 \times 0.8}{1000 \times 0.8 + 12 + 48} = \frac{800}{860} = 0.93$$

3. 최대효율의 조건

동손과 철손이 같을 때 최대 효율인 때이므로
최대 효율시의 동손 $P_c = P_i$ 이며, 부하율 m 은 다음과 같다.

$$P_c' = (m I_2)^2 r = P_i$$

$$m = \sqrt{\frac{P_i}{I_2^2 r}} = \sqrt{\frac{12}{48}} = 0.5$$

4. 최대효율

최대 효율은 동손과 철손이 같은 조건이므로

$$\eta_m = \frac{1000 \times 0.5}{1000 \times 0.5 + 12 \times 2} = \frac{500}{524} = 0.954$$

☞ 추가 검토 사항

1. 전일효율에 대해서도 알아 둡시다.

배전용 변압기의 부하는 항상 변화되므로 정격 출력에서의 효율보다는 어느 일정기간(즉, 1일, 1달, 1년)의 효율이 필요한데, 하루 중의 출력 전력량과 입력 전력량의 백분율을 전일효율이라 하며 다음과 같이 구한다. KEA

$$\eta_a = \frac{\sum h V_2 I_2 \cos \theta_2}{\sum h V_2 I_2 \cos \theta_2 + 24 P_i + \sum h (I_2^2 r)} \times 100 \quad [\%] \quad (3)$$

[참고문헌]

1. 김영길 외, 전기기계, 동일출판사