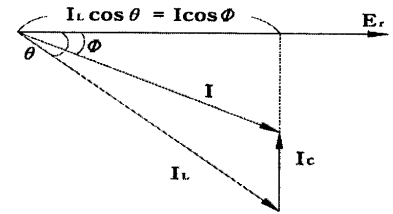
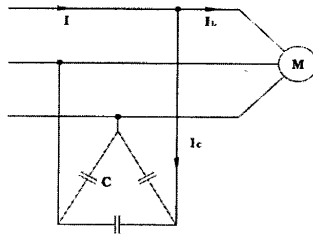


가

가파 [kva]
[kw]

1. 역률개선과 진상용 콘덴서



<VECTOR 圖>

V_r : 부하선간전압
 I_L : 부하전류
 Q_C : 3상 콘덴서 용량
 $\cos\theta$: 부하역률

E_r : 상전압
 I_C : 콘덴서 전류
 C : 1상당 정전용량[F]
 ϕ : 콘덴서 설치후 역률

전압, 전류 VECTOR 도에서,

$$I = I_L + I_C \quad I_L \cdot \cos\theta = I \cdot \cos\phi$$

$$I_C = I_L \sin\theta - I_L \cos\theta \tan\phi = I_L \cos\theta \cdot \frac{\sin\theta}{\cos\theta} - I_L \cos\theta \tan\phi = I_L \cos\theta (\tan\theta - \tan\phi)$$

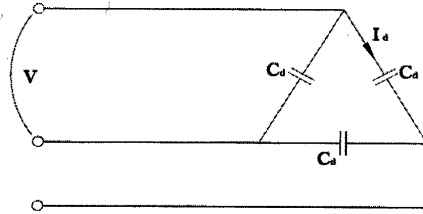
$$\therefore Q_C = 3E_r \cdot I_C = 3E_r \cdot I_L \cos\theta (\tan\theta - \tan\phi) = (KW_{부하}) \times (\tan\theta - \tan\phi)$$

$$Z_C = \frac{1}{\beta \omega C}, \quad I_C = \frac{V_r}{\sqrt{3}} \frac{1}{Z_C} = \frac{V_r}{\sqrt{3}} \cdot 3\omega C = E_r \cdot 3\omega C$$

$$\therefore Q_C = 3E_r I_C = 3E_r \cdot \frac{V_r}{\sqrt{3}} \cdot \frac{V_r}{\sqrt{3}} 3\omega C = 3V_r^2 \omega C \quad \therefore C = \frac{Q_C}{3\omega V_r^2} = \frac{Q_C}{6\pi f V_r^2} [F]$$

* 콘덴서의 결선

<DELTA 결선>



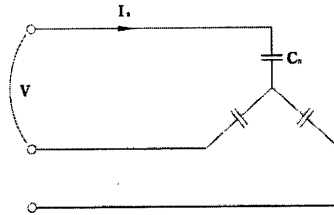
$$Z_d = \frac{1}{j\omega C_d}, \quad |Z_d| = \frac{1}{\omega C_d}$$

$$I_d = \frac{V}{Z_d} = \omega C_d \cdot V$$

$$Q_d = 3VI_d = 3\omega C_d \cdot V^2$$

$$\therefore C_d = \frac{Q_d}{3\omega V^2} [F]$$

<STAR 결선>



$$Z_s = \frac{1}{j\omega C_s}, \quad |Z_s| = \frac{1}{\omega C_s}$$

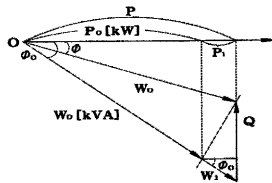
$$I_s = \frac{E_r}{Z_s} = \frac{V}{\sqrt{3}} \omega C_s = \frac{1}{\sqrt{3}} \omega C_s V$$

$$Q_s = \sqrt{3}VI_s = \sqrt{3} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \omega C_s V^2 = \omega C_s V^2$$

$$\therefore C_s = \frac{Q_s}{\omega V^2} [F]$$

2. 역률개선에 의한 설비용량의 여유증가

-역률이 개선됨으로 해서 부하전류가 감소하게 되어 같은 설비로도 용량에 여유가 생긴다.



W_0 : 기설부하 [KVA] W_1 : 여유부하 [KVA]
 ρ_0 : 기설역률 ρ : 개선된 역률
 P_0 : 기설부하 [KW] P_1 : 역률개선으로 증가된부하 [KW]
 P : 역률개선후의 부하 [KW] Q : 콘덴서 용량 [KVA]

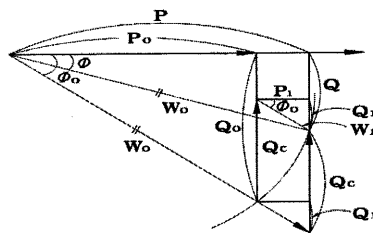
○. 역률을 ϕ_0 에서 ϕ 로 개선하기 위한 콘덴서용량은?
 $Q = P(\tan \phi_0 - \tan \phi) = W_0 \cos \phi_0 (\tan \phi_0 - \tan \phi)$

○. 더 공급할수있는부하 W [KVA]
 $W_1 = \frac{P}{\cos \phi} - W_0 = \frac{W_0 \cos \phi}{\cos \phi} - W_0 = W_0 \left(\frac{\cos \phi}{\cos \phi_0} - 1 \right) [KVA]$

○. 전력증가분 P_1 [KW]
 $P_1 = W_1 \cos \phi = P - P_0 = W_0 \cos \phi - W_0 \cos \phi_0 = W_0 (\cos \phi - \cos \phi_0) [KW]$

A. 기설부하가 일정할 경우 콘덴서 문제.

i) 개선역률 $\cos \phi$ 가 주어졌을 경우

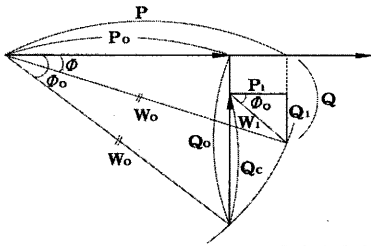


$$Q_0 + Q_1 = Q_c + Q$$

Q_0 : 기설부하 무효전력
 Q_c : 콘덴서용량
 Q_1 : 추가부하의 무효전력
 Q : 역률개선결과 무효전력

- 개선후의 부하 $P = W_0 \cos \phi$ [KW]
- 필요한 콘덴서 용량 $Q_C = P(\tan \phi_0 - \tan \phi)$ [KVA]
- 증가된 부하, 용량 $P_1 = P - P_0$
- $Q_1 = P_1 \tan \phi_0 = Q + Q_C - Q_0$
- $W_1 = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2}$

ii) 콘덴서 용량을 주었을 때



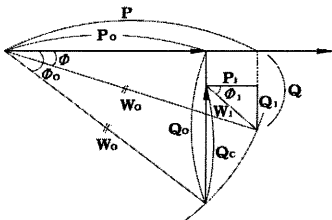
$$Q_0 = Q_C + Q - Q_1$$

*P1을 가정하여 미지수로 놓아 식을 세운다.

$$\begin{aligned} W_0^2 &= P^2 + Q^2 \\ &= (P_0 + P_1)^2 + (Q_0 - Q_C + Q_1)^2 \\ &= (P_0 + P_1)^2 + (Q_0 - Q_C + P_1 \tan \phi_0)^2 \text{에서 } P_1 \text{을 구함} \end{aligned}$$

- 증가된 부하의 무효전력, $Q_1 = P_1 \tan \phi_0$
- 증가된 부하의 용량, $W_1 = \frac{P}{\cos \phi_0} = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2}$
- 개선된 역률, $\cos \phi = \frac{P}{W_0} = \frac{P_0 + P_1}{W_0}$

iii) 역률과 부하증가량을 주었을 때 ($\cos \phi_1$ 과 W_1 을 주었을 때)



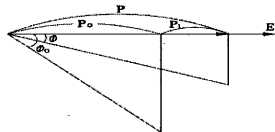
$$Q_0 = Q_C + Q - Q_1$$

- 필요 콘덴서 용량, $Q_C = Q_0 - Q + Q_1$
- *Q1이 Q0인 경우, $Q_C = P(\tan \phi_0 - \tan \phi)$

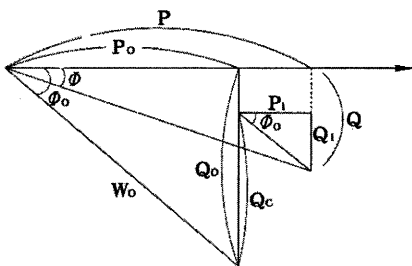
- 증가된 부하, $P_1 = W_1 \cos \phi_1$
- 증가된 무효전력, $Q_1 = P_1 \tan \phi_1 = W_1 \sin \phi_1$
- 총부하전력, $P = P_0 + P_1, Q = \sqrt{W_0^2 - P^2}$
- 개선된 역률, $\cos \phi = \frac{P}{W_0}$

B. 임의의 부하증가시 콘덴서 문제.

i) 부하증가분과 목표 $\cos \phi$ 가 주어졌을 때,



○ $P_0, \cos \phi_0$ 부하에서 $P, \cos \phi$ 로 개선하기 위한 콘덴서 용량은?



$$\begin{aligned} W_0 &= \frac{P_0}{\cos \phi_0}, \phi_0 = P_0 \tan \phi_0 = P_0 \cdot \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \phi_0}}{\cos \phi_0} \\ P_1 &= P - P_0 \text{ [KW]}, Q = P \tan \phi = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \phi}}{\cos \phi} \\ Q_1 &= P_1 \tan \phi_1 = P_1 \cdot \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \phi_1}}{\cos \phi_1} \\ \therefore Q_0 &= Q + Q_C - Q_1 \\ \therefore Q_C &= Q_0 - Q + Q_1 \text{ [KVA]} \end{aligned}$$