

# 

NO.

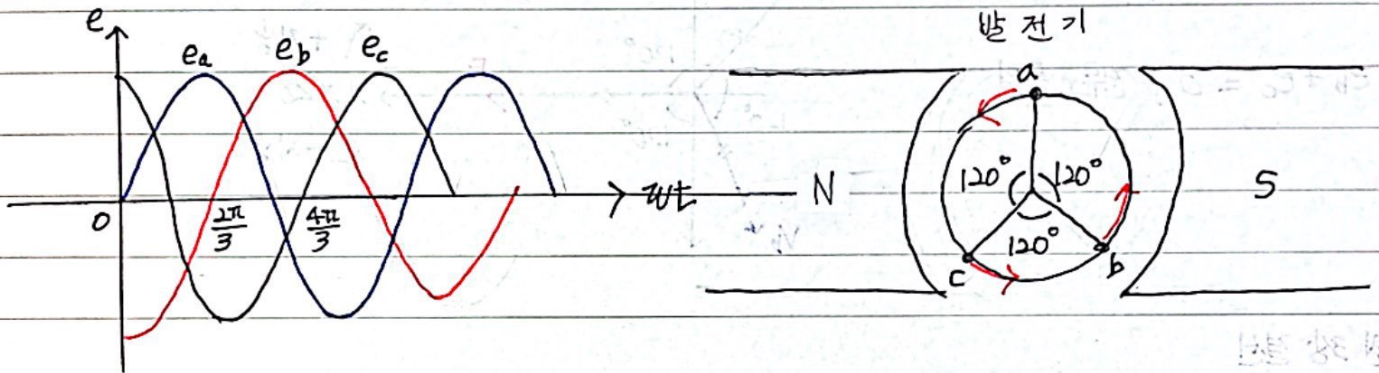
DATE.

### 

- 상: '상'이란 유기전력이 발생하는 권선 하나, 코일 한 덩어리
- 단상: 상이 1개
- 다상: 상이 2개 이상 (여러개), 3상 = 3φ

### 

- 크기는 같고 위상이  $\frac{2\pi}{3}$  [rad] 차이가 발생함.



발전기에 3개의 권선을 배치하여 동시에 회전시키면 3개의 코일에서 (도체에서) 3개의 파형이 방출됨. (만들어짐)

- 크기 동일 / 주파수 동일 / 위상차  $\frac{2\pi}{3}$  [rad] =  $120^\circ$
- 상순(상의 순서)는  $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow \dots$
- 발전기는 대칭 3상 (평형). 문제의 특별한 언급이 없이는 기본.

이렇게 전기가 만들어지는 것을 '대칭 3상' ↓ '평형'

- $e_a = \sqrt{2} E \sin \omega t$
- $e_b = \sqrt{2} E \sin (\omega t - \frac{2\pi}{3})$
- $e_c = \sqrt{2} E \sin (\omega t - \frac{4\pi}{3})$



## 2. 대칭 3상의 복소 표현법

• 전압이나 전류나 결과는 동일

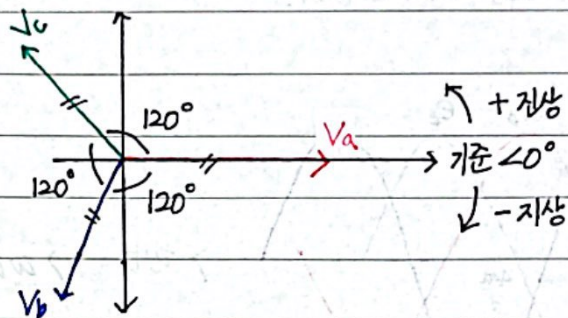
$$e_a = E \angle 0^\circ = E$$

$$e_b = E \angle -120^\circ = E \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$e_c = E \angle \underbrace{-240^\circ}_{+120^\circ} = E \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

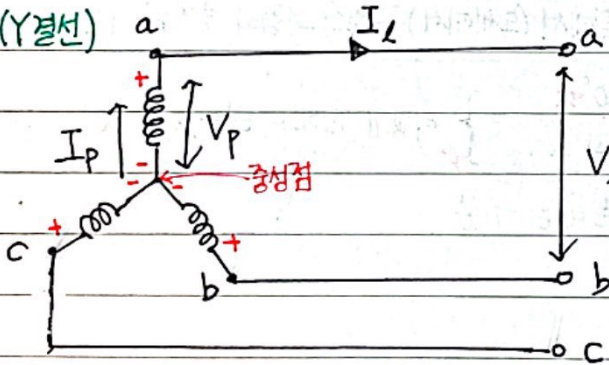
## 3. 대칭 3상 기전력의 총합

$$\star e_a + e_b + e_c = 0, \text{ 전류도 동일}$$



## 2. 대칭 3상 결선

### 1. 성형결선 (Y결선)



$$\star \underline{V_L = \sqrt{3} V_p \angle \frac{\pi}{6} [V]} \quad \star \underline{I_L = I_p [A]}$$

-  $V_p$ : 상전압 ( $V_a, V_b, V_c$  등 상에서 만든 전압)

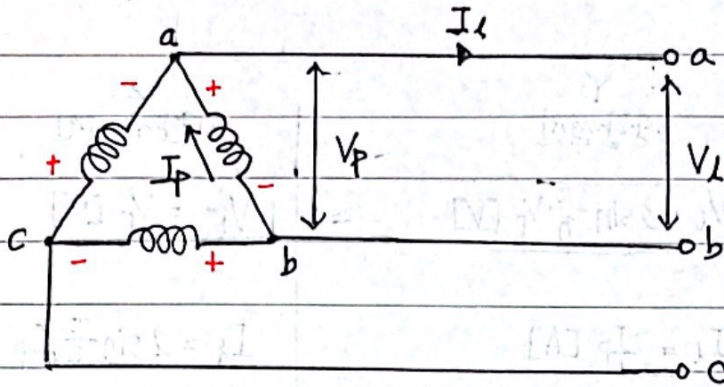
-  $V_L$ : 선간전압 ( $V_{ab}, V_{bc}, V_{ca}$  등 전선과 전선 사이에 나타나는 전압)

-  $I_p$ : 상전류 ( $I_a, I_b, I_c$  등 상에서 만든 전류)

-  $I_L$ : 선전류 ( $I'_a, I'_b, I'_c$  등 전선에 흐르는 전류)



## 2. 환상결선 ( $\Delta$ 결선)



$$\star I_l = \sqrt{3} I_p \angle -\frac{\pi}{6} [\text{A}] \quad \star V_l = V_p [\text{V}]$$

$\star$  3상 계산에서 임피던스를 이용하는 경우, 반드시  $\angle$ 를 기준할 것. 즉.  $I_p = \frac{V_p}{Z} - \circ$   
 $I_l = \frac{V_l}{Z} - \times$  ~~불가능~~  
 $I_l = \sqrt{3} I_p \sim I_p$ 를 구하고  $\sqrt{3}$

## 3. 대칭 3상 교류전력 ~ 단상전력의 3배

### 1. 유효전력

$$\star P = 3 V_p I_p \cos \theta = \sqrt{3} V_l I_l \cos \theta = 3 I_p^2 R [\text{W}]$$

### 2. 무효전력

$$\star P_r = 3 V_p I_p \sin \theta = \sqrt{3} V_l I_l \sin \theta = 3 I_p^2 X [\text{Var}]$$

### 3. 피상전력

$$\star P_a = \sqrt{P^2 + P_r^2} = 3 V_p I_p = \sqrt{3} V_l I_l = 3 I_p^2 Z [\text{VA}]$$

### 4. 역률 & 무효율

$$\cdot \text{역률} : \cos \theta = \frac{\text{유효}}{\text{피상}} = \frac{P}{P_a} \quad \cdot \text{무효율} = \frac{\text{무효}}{\text{피상}} = \frac{P_r}{P_a}$$



## 4. 대칭 n상 교류회로

## 1. 대칭 n상 교류의 전압 및 전류

	Y 상향결선	△ 환상결선
$V_L$ $V_P$ 선간전압과 상전압 관계	$V_L = 2 \sin \frac{\pi}{n} V_P [V]$	$V_L = V_P [V]$
$I_L$ $I_P$ 선전류와 상전류 관계	$I_L = I_P [A]$	$I_L = 2 \sin \frac{\pi}{n} I_P [A]$
위상관계	$\frac{\pi}{2} (1 - \frac{2}{n})$	$-\frac{\pi}{2} (1 - \frac{2}{n})$
소비전력	$P_n = \frac{n}{2 \sin \frac{\pi}{n}} V_L I_L \cos \theta [W]$ ↓ 무효전력인 경우 $\sin \theta$ 피상전력이면 없음.	$P_n = \frac{n}{2 \sin \frac{\pi}{n}} V_L I_L \cos \theta [W]$ ↓ 무효전력인 경우 $\sin \theta$ 피상전력이면 없음.

정리하면 ..

$$\begin{aligned}
 &1) \text{ Y결선 (n상)} \quad \begin{cases} V_L = 2 \sin \frac{\pi}{n} V_P < \frac{\pi}{2} (1 - \frac{2}{n}) \\ I_L = I_P \end{cases} \quad \begin{cases} P_n = \frac{n}{2 \sin \frac{\pi}{n}} V_L I_L \cos \theta [W] \end{cases} \\
 &2) \text{ △결선 (n상)} \quad \begin{cases} V_L = V_P \\ I_L = 2 \sin \frac{\pi}{n} I_P < -\frac{\pi}{2} (1 - \frac{2}{n}) \end{cases} \quad \begin{cases} P_n = \frac{n}{2 \sin \frac{\pi}{n}} V_L I_L \cos \theta [W] \end{cases}
 \end{aligned}$$

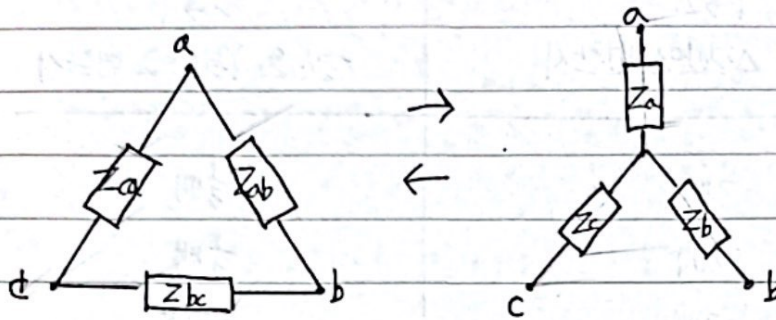
## 2. 리전자계의 모양

1) 대칭 n상 리전자계 : 원형

2) 비대칭 n상 리전자계 : 다원형



# 5. 임피던스의 $\Delta$ 결선과 Y결선의 등가변환



## 1. $\Delta \rightarrow Y$

$$\cdot \underline{Z_a} = \frac{Z_{ca} \cdot Z_{ab}}{Z_{\Delta}} \quad \cdot \underline{Z_b} = \frac{Z_{ab} \cdot Z_{bc}}{Z_{\Delta}} \quad \cdot \underline{Z_c} = \frac{Z_{bc} \cdot Z_{ca}}{Z_{\Delta}}$$

단  $Z_{\Delta} = Z_{ab} + Z_{bc} + Z_{ca}$

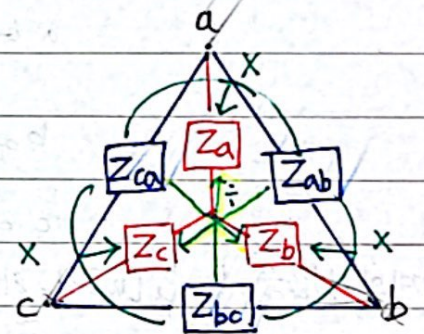
★  $Z_{ab} = Z_{bc} = Z_{ca}$  인 경우  $\underline{Z_Y} = \frac{1}{3} Z_{\Delta}$   
(평형부하)

## 2. $Y \rightarrow \Delta$

$$\cdot \underline{Z_{ab}} = \frac{Z_Y}{Z_c} \quad \cdot \underline{Z_{bc}} = \frac{Z_Y}{Z_a} \quad \cdot \underline{Z_{ca}} = \frac{Z_Y}{Z_b}$$

단  $Z_Y = Z_a Z_b + Z_b Z_c + Z_c Z_a$  (돌려곱하고 더한다.)

★  $Z_a = Z_b = Z_c$  인 경우  $\underline{Z_{\Delta}} = 3 Z_Y$   
(평형부하)



\* 문제풀이 & 암기 : 그림 따지기. 리3에  $\Delta$ ,  $Y$ 를 보고 등가변환



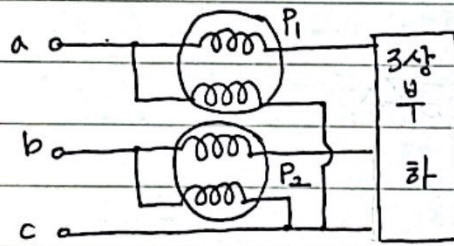
## 6. Y결선과 Δ결선 비교

	Y→Δ Y결선을 Δ결선으로 변환시	Δ→Y Δ결선을 Y결선으로 변환시
임피던스 Z	3배	1/3배
선전류 I <sub>L</sub>	3배	1/3배
소모전력 P	3배	1/3배

$$\star \Delta = 3Y, Y = \frac{1}{3}\Delta$$

1. 전력계 측정법 ~ 2차 실기에 나오는 영역

전력계 2대 3상 전력을 측정하는 방법



전력계의 재치값을  $P_1, P_2$  [W]라 하면.

1. 3상 유효전력

$$\star P = P_1 + P_2 = \sqrt{3} V_L I_L \cos \alpha \text{ [W]}$$

2. 3상 무효전력

$$\star P_r = \sqrt{3} (P_1 - P_2) = \sqrt{3} V_L I_L \sin \alpha \text{ [Var]}$$

3. 피상전력

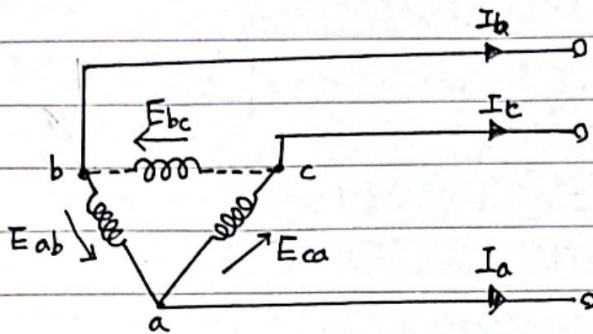
$$\star P_a = 2 \sqrt{P_1^2 + P_2^2 - P_1 P_2} \text{ [VA]}$$

4. 역률

$$\star \cos \alpha = \frac{P}{P_a} = \frac{P_1 + P_2}{2 \sqrt{P_1^2 + P_2^2 - P_1 P_2}}$$



## 8. V결선



· Δ결선의 운전 중 변압기 1대가 소손되어 2대 3상 운전하는 것을 V결선이라 한다.

## 1. V결선의 출력

$$P_V = \sqrt{3} P[\text{kVA}] \quad (\text{단 } P[\text{kVA}] : \text{변압기 한대의 용량})$$

## 2. V결선시 이용률

$$U = \frac{\text{V결선시 출력}}{\text{변압기 2대의 출력}} = 0.866 = 86.6\%$$

## 3. V결선시 출력비 (교장비)

$$\text{출력비} = \frac{\text{교장 후의 출력}}{\text{교장 전의 출력}} = 0.577 = 57.7\%$$

\* 예비용 전압기를 포함하여 단상 변압기 4대가 있을 때 최대 3상 출력

$$P_V = \sqrt{3} P[\text{kVA}] \times 2$$

