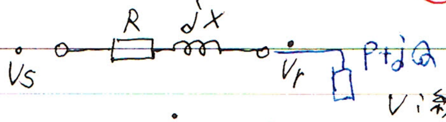
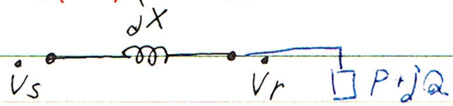
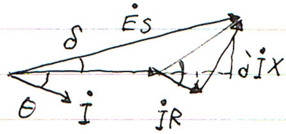
電力 $P_r + jQ_r = 3\dot{E}_r \cdot \bar{\dot{I}}$　圧 $\dot{E}_s = E_r + jX\dot{I}$, $\dot{E}_s = E_s(\cos\delta + j\sin\delta)$

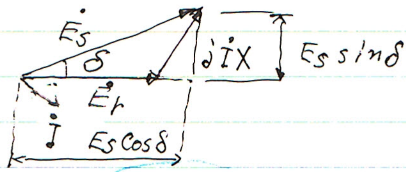
流 $\dot{I} = I(\cos\phi - j\sin\phi)$





V：線間
E：相間





電圧式

$$\dot{E}_s = E_r + \dot{Z}\dot{I}$$
$$= E_s(\cos\delta + j\sin\delta)$$

(δ式)

$$\dot{I} = \frac{E_s(\cos\delta + j\sin\delta) - E_r}{\dot{Z}}$$

R=0なら

$$\dot{I} = \frac{E_s\sin\delta - j(E_s\cos\delta - E_r)}{X}$$

(δ展開)

電流式

$$\dot{I} = I(\cos\theta - j\sin\theta)$$

(θ式)

電力式

$$S_r = P_r + jQ_r = 3E_r \cdot \bar{\dot{I}}$$

$$P_r + jQ_r = \sqrt{3}V_r I(\cos\theta + j\sin\theta)$$

VI式　(θ展開)

$$P_r = \frac{V_s V_r}{X}\sin\delta$$

$$Q_r = \frac{V_s V_r}{X}\cos\delta - \frac{V_r^2}{X}$$

VV式

電圧式と電流式より

$$\dot{E}_s - E_r = \dot{Z}\dot{I}$$
$$= (R + jX)I(\cos\theta - j\sin\theta)$$

$$\boxed{E_s - E_r \doteqdot RI\cos\theta + XI\sin\theta}$$

(虚数部省略)

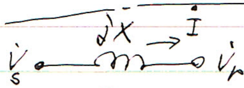
$\Downarrow \times\sqrt{3}$

$$\boxed{\Delta V \doteqdot \frac{PR + QX}{V_r}}$$

電圧降下式

$$\Delta V = \frac{QX}{V_r} = 3IX$$

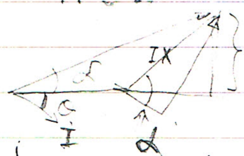
送電端電力



$$P_s + jQ_s = 3\dot{E}_s\bar{\dot{I}}$$

虚数部に $3XI^2$ が追加

同期電動機



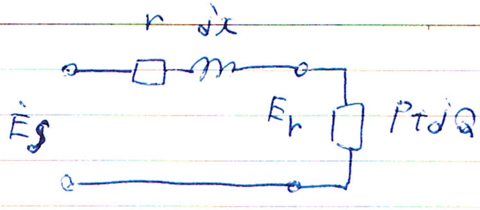
$E_s\sin\delta$
$= IZ\sin(\alpha - \theta)$ ……①

$E_s\cos\delta = E_r + IZ\cos(\alpha - \theta)$ ……②

①,②式を角分離して $\sin\theta, \cos\theta$ を消去

$$P_r = \frac{V_s V_r}{Z}\cos(\alpha - \delta) - \frac{V_r^2}{Z}\sin\alpha$$

$\alpha \approx \frac{\pi}{2}$ なら $P_r = \dfrac{V_s V_r}{X}\sin\delta$



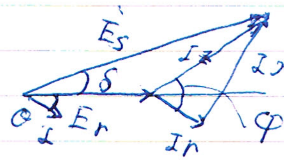
角が与えられり場合でも
（条件がひとつ足りない）

Pmaxは∠(φ−δ)が与えられたと考えられるので求解できる。

$V_s = 66kV$，$V_r = 60kV$，$r = 17\Omega$，$x = 48\Omega$
受電端の最大電力およびそのときの無効電力を求める。

$$\left.\begin{aligned}\dot{E}_s &= E_r + \dot{I}\dot{Z} \\ P + jQ &= 3E_r\bar{\dot{I}}\end{aligned}\right\}$$

Es，ZからIを求めれば良いので



$\dot{Z} = Z\angle\varphi$，$\dot{E}_s = E_s\angle\delta$

$Z = \sqrt{r^2 + x^2}$ より

$$\dot{I} = \frac{E_s\angle\delta - E_r}{Z\angle\varphi}$$

$$= \frac{E_s}{Z}\angle(\delta - \varphi) - \frac{E_r}{Z}\angle -\varphi$$

$$P + jQ = 3E_r\left(\frac{E_s}{Z}\angle(+\varphi - \delta) - \frac{E_r}{Z}\angle\varphi\right)$$

$\frac{dP}{d\varphi} = 0$から求められる

Pmaxは　$\angle(\varphi - \delta) = 0$のときであるから，第2項は一定値

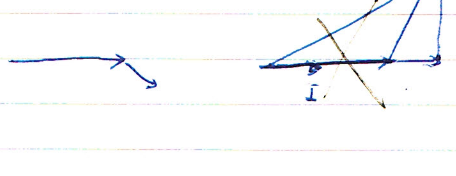
$$P_{max} = \frac{3E_rE_s}{Z} - \frac{3E_r^2}{Z}\cos\varphi$$

$P_{max} \fallingdotseq 3E_rI$ ~~ではない~~ !

そのときのQは

$$Q = -\frac{3E_r^2}{Z}\sin\varphi$$

（Qは進み）



対称座標法

実空間 $\longrightarrow$ 対称空間で求解

実空間 $\longleftarrow$

$$\mathbb{V}_\alpha = \alpha \, \mathbb{V}_n$$

$$\alpha^{-1}\mathbb{V}_\alpha = \mathbb{V}_n$$

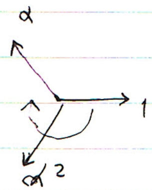
$$\mathbb{I}_\alpha = \alpha \, \mathbb{I}_n$$

$$\alpha^{-1}\mathbb{I}_\alpha = \mathbb{I}_n$$

対称座標空間

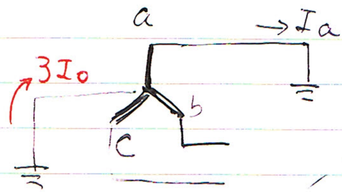
$$\mathbb{V}_n = \begin{bmatrix} 0 \\ E_a \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} Z_0 & & 0 \\ & Z_1 & \\ 0 & & Z_2 \end{bmatrix} \mathbb{I}_n$$

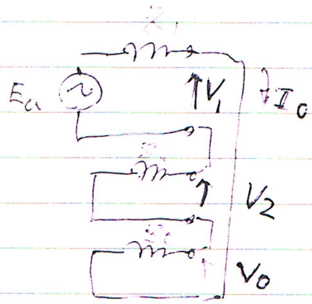
$$\alpha = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \alpha^2 & \alpha \\ 1 & \alpha & \alpha^2 \end{bmatrix}$$



$$\alpha^{-1} = \frac{|余因子|}{\Delta} = \frac{1}{3}\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \alpha & \alpha^2 \\ 1 & \alpha^2 & \alpha \end{pmatrix}$$

＜一線地絡＞





＜零相等価回路＞

$$\frac{1}{3}\alpha^{-1}\begin{bmatrix} 0 \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} V_0 \\ V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

$0 = V_0 + V_1 + V_2$

（α側でみて）

$0 = V_0 + V_1 + V_2 = E_a - [Z][I_0]$

実空間　　　対称空間

（α^{-1}側の式でみて）

$$\frac{1}{3}I_a = I_0 = I_1 = I_2$$

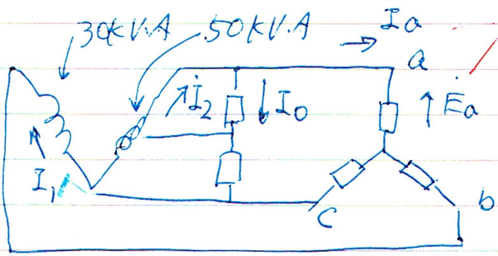
（α側でみて）

$$I_a = I_0 + I_1 + I_2 = 3I_0$$

$$I_0 = \frac{E_a}{Z_0 + Z_1 + Z_2}$$

$$I_a = 3I_0 = \frac{3E_a}{Z_0 + Z_1 + Z_2}$$

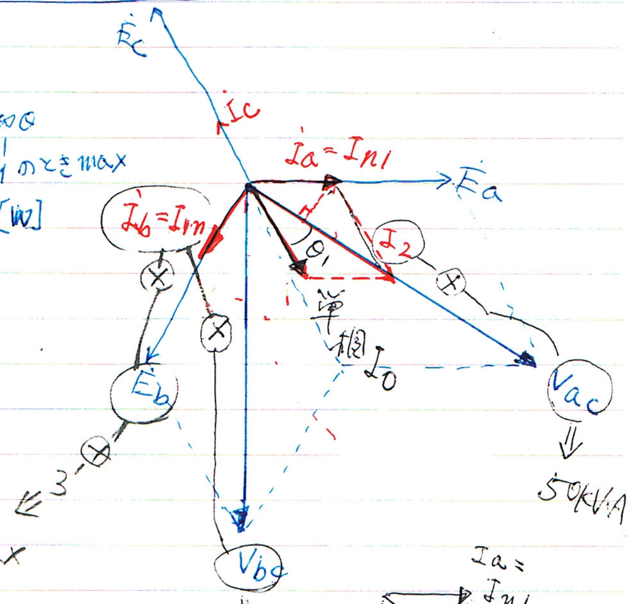
P128 問2　H23　V結線　三相・単相負荷



$P_{3max} = \sqrt{3}\, V I_{n1} \cos\theta$

$\cos\theta$ = 1 のときmax

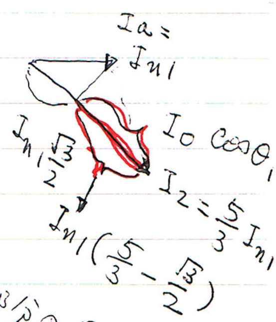
$= \sqrt{3} \times 30k$ [W]



$P_{3max} = \sqrt{3} V_{ab} I_{n1} = \sqrt{3} \times 30k = 51.96k$

利用率 =

$30k + 50k$



単相部分の最大電力は

$V_{ac} \times I_0 \cos\theta_1$

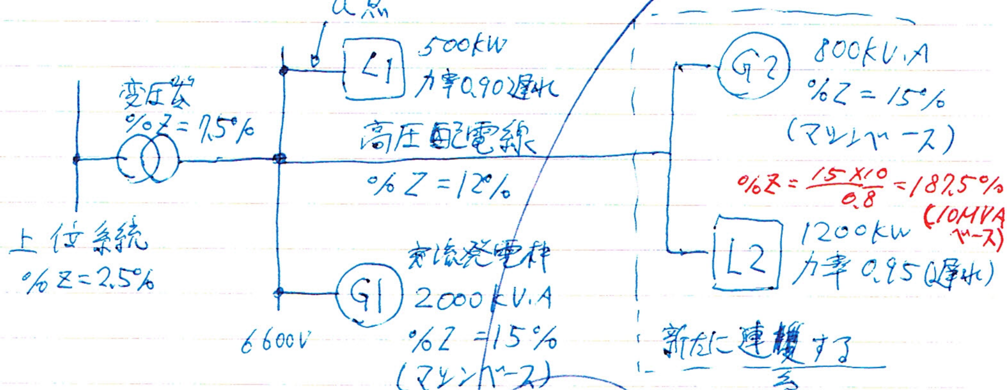
$\underbrace{V_{ac}}_{30k} \times \underbrace{I_0\cos\theta_1}_{I_{n1}\left(\frac{5}{3} - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)}$

$I_{n1}\left(\frac{5}{3} - \frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 0.8006$

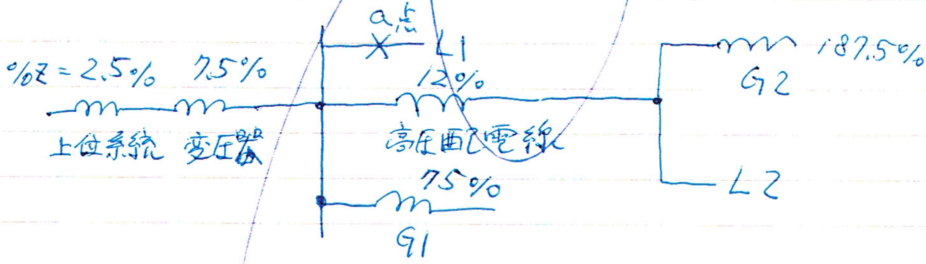
24.02 kW

☒

P131 問1　H24　系統連携の計算



(2) a点における三相短絡インピーダンス%Z（10MV·Aベース）は.

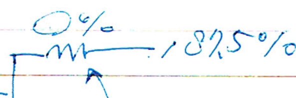


$$\%Z_0 = \frac{1}{\frac{1}{2.5+7.5} + \frac{1}{7.5} + \frac{1}{12+187.5}} = 8.4498 \rightarrow 8.5\%$$

(3) a点の三相短絡電流.　$\%Z_s = \frac{I_n}{I_s}$，$S = \sqrt{3}V_n I_n$

$$I_s = \frac{100}{\%Z} \times \frac{10M}{\sqrt{3} \times 6.6k} = 10.35kA \Rightarrow 10.4kA$$

(4) 遮断器の定格遮断電流　12%



10kA以下に抑制するために限流リアクトルを追加　分数計算でOK