●作戦会議

二相短絡の問題は 1 線地絡の次に出題される。ほぼパターン問題で，昨年の問題とやっていることは変わらない。ただし，1 種の計算問題はほぼ毎年 1 問は 30 分で解くことが難しい計算量の問題が出題され，本問が H21 年のそれである。

試験本番ではこうした問題は選ばず，論述問題を選択するのが賢いが，試験勉強時は解けるようになっておきたい。

(1)基本的事項なので，下記参考サイトなどから理解しておこう。

(2)まず，位相の基準が与えられていることから，ベクトル表示で回答する問題である。

次に，流れとしては二相短絡時の関係性から等価回路を描き，求めるパラメータを計算していくパターン問題である。（1）で計算した関係式も役に立つだろう。ここで注意したい箇所は 2 点。

一つ目は左右対称であることから，図 2 の右側については考えなくてよいこと。（重ね合わせの理より，事故電流を半分にして 2 つの回路に分離できる。）

二つ目は事故点と，求めるリレーに入力される点とが異なっていること。電圧降下の影響があるため，事故点では$\dot{V}_b = \dot{V}_c$だが，リレーに入力される点では$\dot{V}_b \neq \dot{V}_c$である。

(3)　(2)が正解ならば問題なく回答できるが，実際は(2)の途中で時間切れになるんじゃないかな。

●解答

(1)abc-012 の変換公式より，

$$\begin{bmatrix}\dot{V}_a\\ \dot{V}_b\\ \dot{V}_c\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1 & 1 & 1\\ 1 & a^2 & a\\ 1 & a & a^2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\dot{V}_0\\ \dot{V}_1\\ \dot{V}_2\end{bmatrix},\qquad \begin{bmatrix}\dot{I}_a\\ \dot{I}_b\\ \dot{I}_c\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1 & 1 & 1\\ 1 & a^2 & a\\ 1 & a & a^2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\dot{I}_0\\ \dot{I}_1\\ \dot{I}_2\end{bmatrix}$$

二相短絡時，$\dot{V}_b=\dot{V}_c$，$\dot{I}_a=0$，$\dot{I}_b=-\dot{I}_c$であるから，

$$\dot{V}_0+a^2\dot{V}_1+a\dot{V}_2=\dot{V}_0+a\dot{V}_1+a^2\dot{V}_2\rightarrow\dot{V}_1=\dot{V}_2$$

$\dot{I}_0+\dot{I}_1+\dot{I}_2=0$ かつ $\dot{I}_0+a^2\dot{I}_1+a\dot{I}_2=-\dot{I}_0-a\dot{I}_1-a^2\dot{I}_2\rightarrow\dot{I}_0=0$，$\dot{I}_1=-\dot{I}_2$

同期機の基本式より，

$$\dot{V}_0=-\dot{Z}_0\dot{I}_0=0$$
$$\dot{V}_1=\dot{V}_2=\dot{E}-\dot{Z}_1\dot{I}_1=-Z_2\dot{I}_2$$
$$\therefore\dot{I}_1=\frac{E}{\dot{Z}_1+\dot{Z}_2},\qquad\dot{I}_2=-\frac{E}{\dot{Z}_1+\dot{Z}_2}$$

このとき，

$$\dot{V}_1=\dot{E}-\dot{Z}_1\dot{I}_1=\frac{\dot{Z}_2}{\dot{Z}_1+\dot{Z}_2}E$$

以上より，

$$\dot{V}_1=\dot{V}_2=\frac{\dot{Z}_2}{\dot{Z}_1+\dot{Z}_2}E,\qquad\dot{V}_0=0,$$

$$\dot{I}_1=\frac{E}{\dot{Z}_1+\dot{Z}_2},\qquad\dot{I}_2=-\frac{E}{\dot{Z}_1+\dot{Z}_2},\qquad\dot{I}_0=0$$ ・・・(答)

(2)対称回路なので，事故点より距離リレー側だけを考える。(1)で求めた関係性から

等価回路は次のようになる。

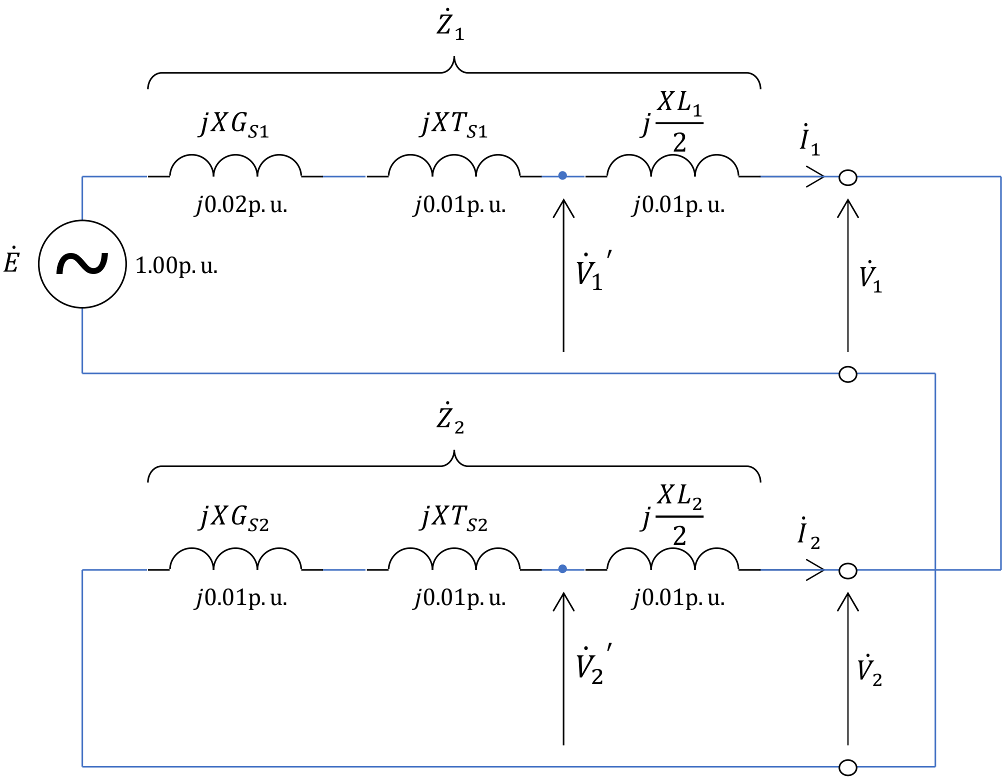

図４

ただし，$\dot{V}_1{}'$，$\dot{V}_2{}'$はそれぞれ距離リレーに入力される正相電圧，逆相電圧である。

図４より，

$$\dot{I}_1 = \frac{E}{\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2} = \frac{1.0}{j0.04 + j0.03} \fallingdotseq -j14.286[\mathrm{p.u.}]$$

$$\dot{I}_2 = -\dot{I}_1 = j14.286[\mathrm{p.u.}]$$

これらより各相の電流値を求める。

(1)より，$\dot{I}_a = 0$　　　・・・(答)

（基準電流）$= \dfrac{10}{\sqrt{3} \times 77} \fallingdotseq 0.074981[\mathrm{kA}]$であるから、

$$\dot{I}_b = a^2\dot{I}_1 + a\dot{I}_2 = \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(-j14.286) + \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(j14.286)$$

$$\fallingdotseq -24.744[\mathrm{p.u.}] \rightarrow -1.8553[\mathrm{kA}] \rightarrow -1.86[\mathrm{kA}]$$ ・・・（答）

$$\dot{I}_c = -\dot{I}_b = 1.86[\mathrm{kA}]$$ ・・・（答）

また，図４より，

$$\dot{V}_1 = \dot{V}_2 = \frac{\dot{Z}_2}{\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2}E = \frac{0.03}{0.07} \times 1.0 \fallingdotseq 0.42857[\mathrm{p.u.}]$$

$$\dot{V}_1{}' = \dot{V}_1 + j\frac{X_{L1}}{2}\dot{I}_1 = 0.42857 + 0.01 \times 14.286 = 0.57143[\mathrm{p.u.}]$$

$$\dot{V}_2{}' = \dot{V}_2 + j\frac{X_{L2}}{2}\dot{I}_2 = 0.42857 - 0.01 \times 14.286 = 0.28571[\mathrm{p.u.}]$$

これらより電圧を求める。

（基準電圧）$= \dfrac{77}{\sqrt{3}}[\mathrm{kV}]$であるから、

$$\dot{V}_a = \dot{V}_1{}' + \dot{V}_2{}' = 0.57143 + 0.28571$$

$$= 0.85714[\mathrm{p.u.}] \rightarrow 38.105[\mathrm{kV}] \rightarrow 38.1[\mathrm{kV}]$$ ・・・（答）

$$\dot{V}_b = a^2\dot{V}_1{}' + a\dot{V}_2{}' = \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)0.57143 + \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)0.28571$$

$$= -0.42857 - j0.14286\sqrt{3}[\mathrm{p.u.}] \rightarrow -19.052 - \mathrm{j}11.000[\mathrm{kV}]$$

$$\rightarrow 19.1 - j11.0[\mathrm{kV}]$$ ・・・（答）

$$\dot{V}_c = a\dot{V}_1{}' + a^2\dot{V}_2{}' = \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)0.57143 + \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)0.28571$$

$$= -0.42857 + j0.14286\sqrt{3}[\mathrm{p.u.}] \rightarrow -19.052 + \mathrm{j}11.000[\mathrm{kV}]$$

$$\rightarrow 19.1 + j11.0[\mathrm{kV}]$$ ・・・（答）

(3)題意より

$$\dot{Z}_B = \frac{\dot{V}_b - \dot{V}_c}{\dot{I}_b - \dot{I}_c} = \frac{-j22}{-3.7106} \fallingdotseq j5.9290[\Omega]$$

図３より円の中心は$(12, 12\sqrt{3})$であるから，円の方程式は,

$$(R-12)^2 + \left(X - 12\sqrt{3}\right)^2 = 24^2$$

左項に$R = 0$，$X = 5.9290$を代入して，

$$(0-12)^2 + \left(5.9290 - 12\sqrt{3}\right)^2 \fallingdotseq 364.69 \leqq 24^2 = 576$$

以上より動作範囲内にある。　　　・・・(答)