

●作戦会議

フェーザ図を描いてそれを基に立式，最後にパラメータを代入して計算という最近の流れに沿った問題となっている。ここ5年くらいは同じ傾向の問題が出ているので，とても解答しやすい問題だったと思われる。途中で記述問題もあるが，無視していいんじゃないかな。

(1)令和2年の問題のときに作成した図をNの大文字を小文字にしたものを貼り付けた。最近の同期機は全部おんなじに見える。

(2)特に解説はなし。

(3)フェーザ図から立式していけばよい。電圧変動率の式はどこまで展開すれば良いのかわからないが，下記までしておけばその後の計算はスムーズにできるだろう。単位に注意。

(4)a., b.はそれぞれパラメータを代入して計算するだけ。

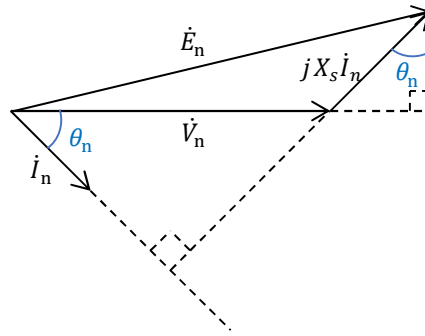
c.はちょっと問題が何を問うているか分かりづらい。私は初見で「上記の式より発電機が同じならこのパラメータは一定で，力率が変われば・・・電圧変動率が変わる」みたいな解答しか思いつかなかった。後はフェーザ図を使って説明するとか。問題文をよく読むと「力率が変わると」ではなく，「力率が80%と100%でなぜ挙動が変わるのか」と問うている。ここから交差磁化作用を思いつかないといけなかったのだが，そんな察してくれ見たいな問題文じゃなくて，“●●の観点から”みたいな文言を入れておいてほしい。

(5)短絡比が変わると電圧変動率が変わるみたいな知識は3種でやっているが，それを計算で確認する。計算自体は(4)と同様にするだけ。



● 解答

(1)



(2) 定格運転状態の端子電圧は V_n , 無負荷状態の端子電圧は E_n なので,

$$\varepsilon = \frac{E_n - V_n}{V_n} \times 100 [\%] \quad \dots (\text{答})$$

(3) (1) の図より,

$$\begin{aligned} E_n &= \sqrt{(V_n + X_s I_n \sin \theta_n)^2 + (X_s I_n \cos \theta_n)^2} \\ &= \sqrt{V_n^2 + 2V_n X_s I_n \sin \theta_n + (X_s I_n)^2} [\text{p. u.}] \quad \dots (\text{答}) \end{aligned}$$

(2)の解に代入すると,

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{E_n - V_n}{V_n} \times 100 \\ &= \frac{\sqrt{V_n^2 + 2V_n X_s I_n \sin \theta_n + (X_s I_n)^2} - V_n}{V_n} \times 100 [\%] \quad \dots (\text{答}) \end{aligned}$$



(4)

a. (3)で求めた電圧変動率の式に, $V_n = 1$, $I_n = 1$, $X_s = 1.25$,

$\sin\theta_n = \sqrt{1 - 0.8^2} = 0.6$ を代入すると,

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{1^2 + 2 \times 1 \times 1.25 \times 1 \times 0.6 + (1.25 \times 1)^2} - 1}{1} \times 100$$

$$\approx 101.56 [\%] \rightarrow 102 [\%] \quad \dots (\text{答})$$

b. $\sin\theta_n = \sqrt{1 - 1^2} = 0$ に変更して上式を解くと,

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{1^2 + 0 + (1.25 \times 1)^2} - 1}{1} \times 100$$

$$\approx 60.078 [\%] \rightarrow 60.1 [\%] \quad \dots (\text{答})$$

c. 力率が 80%の場合は電機子反作用として減磁作用がはたらき, 力率が 100%の場合は電機子反作用として交差磁化作用がはたらく。比較すると力率が 80%の方が同じ界磁電流だと端子電圧が小さくなる。したがって, 本問のように定格電圧で同じ発電機を運転する場合, 力率が 80%の方が界磁電流による無負荷誘導起電力の大きさが大きくなり, 結果電圧変動率が異なっている。(169 文字)

(5) (4)a.と同様に(3)で求めた電圧変動率の式に各パラメータを代入して,

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{1^2 + 2 \times 1 \times X_s \times 1 \times 0.6 + (X_s \times 1)^2} - 1}{1} \times 100 = 50$$

$$1 + 1.2X_s - X_s^2 = 2.25$$

$$X_s^2 + 1.2X_s - 1.25 = 0$$



$$X_s = \frac{-1.2 \pm \sqrt{1.2^2 + 4 \times 1.25}}{2} \approx 0.66886 (\because X_s > 0)$$

$$\therefore X_s = 0.669[\text{p.u.}] \quad \dots (\text{答})$$

● 参考

- 1) 「これだけは知っておきたい電気技術者の基本知識」. テーマ 49. 大嶋輝夫・山崎靖雄 共著. 電気書院

