

## 平成 29 年度電力システム小テスト問題

問 1. [10 点] 以下の問いに答えよ。

- (1) 電力系統の基本構成要素を述べよ。
- (2) 三相对称電力系統を解析するとき、各相を独立に扱えるか？その理由を簡潔に述べよ。

問 2. [20 点] 表 1 はある単相交流負荷に関するものである。表の空欄を埋めよ。

表 1: 単相交流負荷の物理量

	有効電力 $P$	無効電力 $Q$	皮相電力 $ \dot{S} $	力率 $\cos \theta$	負荷電圧 $ \dot{V} $	負荷電流 $ \dot{I} $
ケース 1	4.8 kW	3.6 kVar	6.0 kVA	0.8	220.0V	27.3 A
ケース 2	4.0 kW	1.0 kvar	4.12 kVA	0.97	1,031 V	4.0 A

10  
10

問 3. [30 点] 単相交流電力系統において、発電機の実出力電圧は  $v_G(t) = 14.1 \sin 314t$  kV である。発電機はインピーダンス  $\dot{Z}_T = 2 + j16 \Omega$  の送電線を通して負荷  $\dot{Z}_L = 50 + j10 \Omega$  に接続される。

- (1) この電力系統の回路図を描け。
- (2) 送電線を通る電流のベクトル  $\dot{I}$  を求めてから、瞬時値  $i(t)$  を答えよ。
- (3) 負荷の電圧ベクトル  $\dot{V}_L$  と瞬時値  $v_L(t)$  を求めよ。
- (4) 負荷の力率  $\cos \theta_L$  と発電機の力率  $\cos \theta_G$  をそれぞれ求めよ。
- (5) 負荷の有効電力  $P_L$ 、無効電力  $Q_L$ 、皮相電力  $|\dot{S}_L|$  を求めよ。

問 4. [10 点] 問 3 の単相交流電力系統において、ベース電圧を 10 kV、ベース電力を 10 MVA とする。

- (1) 電流とインピーダンスのベース値  $I_b$  と  $Z_b$  を求めよ。
- (2)  $\dot{Z}_L$  および問 3 で求めた  $\dot{I}$ ,  $\dot{V}_L$ ,  $\dot{S}_L$  を単位化せよ。

問 5. [30 点] 送電端線間電圧の振幅が  $\sqrt{3}$  pu、送電線の相インピーダンスが  $\dot{Z}_p = 0.1 + j1.0$  pu の三相系統を考える。送電端三相複素電力は  $\dot{S}_{s,3\phi} = 4 + j0.8$  pu である。また、送電端 a 相電圧の位相角を 0 とする。

- (1) a 相の電流  $\dot{I}_p$  を計算せよ。
- (2) a 相の送電線で起きた送電損失の有効電力  $P_{loss}$ 、無効電力  $Q_{loss}$  を計算せよ。
- (3) 受電端の三相複素電力  $\dot{S}_{r,3\phi}$ 、線間電圧の振幅  $|\dot{V}_{r,l-l}|$  を求めよ。

問1 10

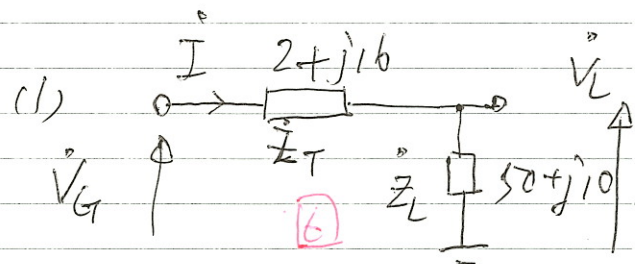
(1) 送電機, 変圧器, 送電線, 負荷 5

(2) 扱え。理由: 三相交流が対称 (同振幅, 位相は  $120^\circ$  ずらす) だから 5

問2 20 別紙

問3. 30

$$\# \dot{V}_G = \frac{14.1}{\sqrt{2}} = 10 \text{ [kV]}$$



$$(2) \dot{I} = \frac{\dot{V}_G}{\dot{Z}_T + \dot{Z}_L} = \frac{10 \text{ kV}}{52 + j26} = \frac{10}{26\sqrt{2^2+1^2}} \angle -\tan^{-1}\frac{26}{52} = 0.172 \angle -26.6^\circ \text{ [A]}$$

$$\rightarrow i(t) = \sqrt{2} \times 0.172 \sin(314t - 26.6^\circ) = 0.243 \sin(314t - 26.6^\circ) \text{ [A]}$$

$$(3) \dot{V}_L = \dot{V}_G - \dot{Z}_T \dot{I} \quad \text{or} \quad \dot{Z}_L \dot{I}$$

$$= (50 + j10) \times 0.172 \angle -26.6^\circ = 50.99 \angle 11.3^\circ \times 0.172 \angle -26.6^\circ = 8.77 \angle -15.3^\circ \text{ [kV]} \quad \text{6}$$

$$v_L(t) = \sqrt{2} \times 8.77 \sin(314t - 15.3^\circ) = 12.4 \sin(314t - 15.3^\circ) \text{ [kV]}$$

$$(4) \cos \theta_L = \cos 11.3^\circ = 0.98$$

$$\cos \theta_G \text{ を 求めるには, } \dot{Z}_T + \dot{Z}_L = 52 + j10 = 26\sqrt{5} \angle 26.6^\circ \text{ を 用いる}$$

$$\cos \theta_G = \cos 26.6^\circ = 0.894 \quad \text{6}$$

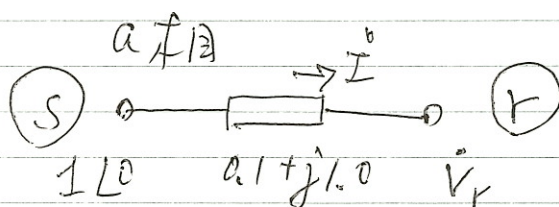
$$(5) \dot{S}_L = \dot{V}_L \dot{I}^* = 8.77 \times 0.172 \angle 26.6^\circ - 15.3^\circ = 1.5 \angle 11.3^\circ = 1.47 + j0.29 \text{ MVA}$$

よ、2

$$P_L = 1.47 \text{ MW}, Q_L = 0.29 \text{ MVar}, |S_L| = 1.5 \text{ MVA}$$

6

由5 30



(1) 送電端単相電力

$$\dot{S}_{s,1\phi} = \frac{4}{3} + j\frac{0.8}{3} \text{ [pu]}$$

$$\text{送電端相電圧 } \dot{V}_s = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = 1.0 \angle 0 \text{ [pu]}$$

$$\dot{S}_{s,1\phi} = \frac{4}{3} + j\frac{0.8}{3} = \dot{V}_s \dot{I}_p^* \rightarrow \dot{I}_p = \frac{4 - j0.8}{3 \dot{V}_s^*}$$

$$\therefore \dot{I}_p = \frac{4 - j0.8}{3 \times 1.0} = 1.333 - j0.266 \text{ [pu]}$$

10

(2) 有効電力の損失は  $Z_p$  の抵抗に消費され、無効電力損失は  $X$  のリアクタンスに消費される。

$$P_{\text{loss}} = R |\dot{I}_p|^2 = 0.1 \times (1.333^2 + 0.266^2) = 0.185 \text{ [pu]}$$

$$Q_{\text{loss}} = X |\dot{I}_p|^2 = 1.0 (1.333^2 + 0.266^2) = 1.85 \text{ [pu]}$$

10

(3) 受電端1相分電力

$$\begin{aligned} \dot{S}_{r,1\phi} &= \dot{S}_{s,1\phi} - (P_{\text{loss}} + jQ_{\text{loss}}) = 1.333 + j0.266 - (0.185 + j1.85) \\ &= 1.148 - j1.584 \text{ [pu]} \end{aligned}$$

$$\therefore \dot{S}_{r,3\phi} = 3 \dot{S}_{r,1\phi} = 3.444 - j4.752 \text{ [pu]}$$

$$\text{また } \dot{V}_r = \dot{V}_s - Z_p \dot{I} = 1.0 - (0.1 + j1.0)(1.333 - j0.266) = 0.6 - j1.3$$

$$\text{よ、2 } |\dot{V}_{r,l-l}| = \sqrt{3} |\dot{V}_r| = 2.48 \text{ [pu]}$$

10

1b) 4 [10]

$$(1) I_b = \frac{S_b}{V_b} = \frac{10 \text{ MVA}}{10 \text{ kV}} = 1 \text{ kA}$$

$$Z_b = \frac{V_b}{I_b} = \frac{10 \text{ kV}}{1 \text{ kA}} = 10 \Omega$$

[5]

$$(2) \dot{I}_{pu} = 0.172 \angle -26.6^\circ \text{ [pu]}$$

$$\dot{V}_L = \frac{8.77 \angle -15.3^\circ}{10} = 0.877 \angle -15.3^\circ \text{ [pu]}$$

[5]

$$\dot{S}_L = 0.147 + j0.029 \text{ [pu]}$$

$$\dot{Z}_L = \frac{50 + j10}{10} = 5 + j1 \text{ [pu]}$$