

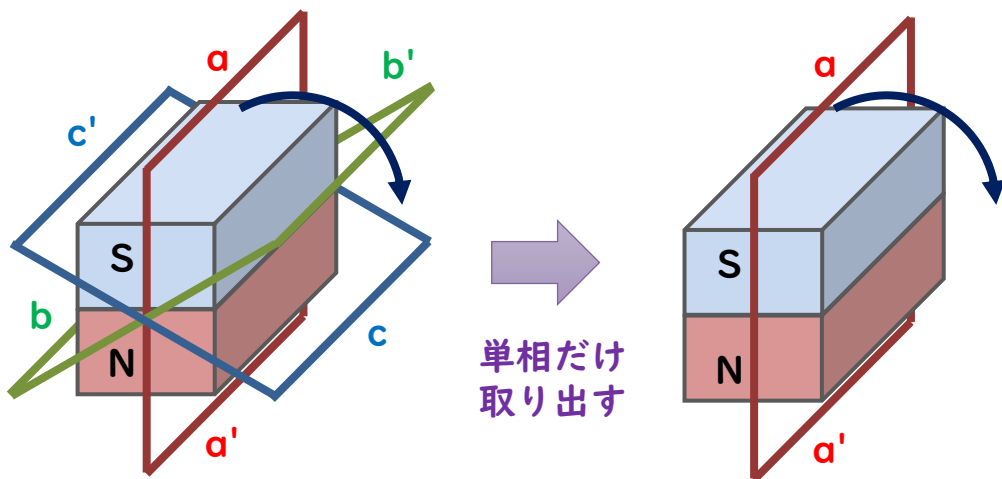
電験どうでしょう管理人
KWG presents

電験オンライン塾

第9回 機械
同期機 (2)

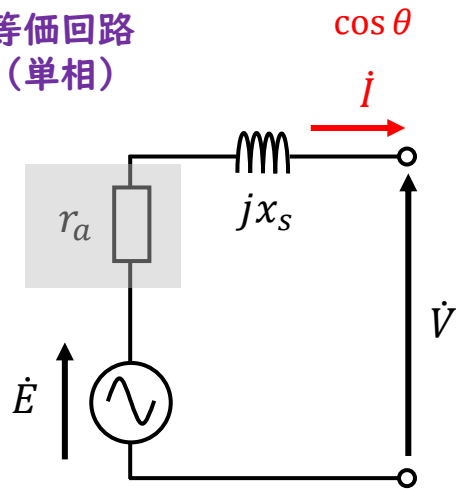
2023.2.12 Sun

同期発電機の等価回路



単相だけ
取り出す

等価回路
(単相)



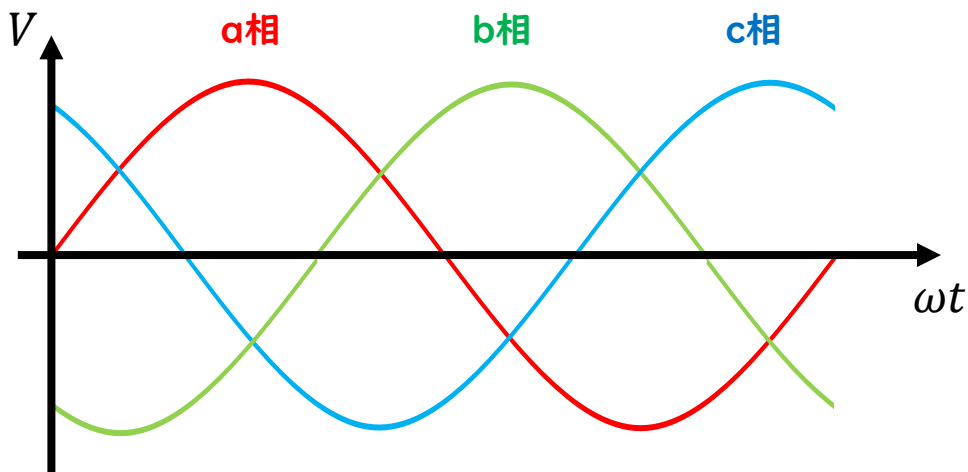
無負荷誘導起電力： E [V]
 電機子巻線抵抗： r_a [Ω]
 同期リアクタンス： x_s [Ω]
 端子電圧： V [V]

電験三種では
ほぼ無視

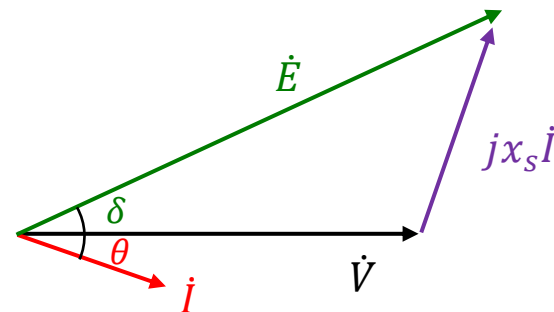
電機子電流： I [A]
 力率： $\cos \theta$

接続される負荷
で決まる

$$\dot{E} = r_a \dot{I} + jx_s \dot{I} + \dot{V} \sim jx_s \dot{I} + \dot{V}$$



電流や電圧の計算は
ベクトル図から行う！



同期発電機の実出力 (有効電力) P
 $P = 3VI \cos \theta$ [W]

負荷角 δ : 無負荷誘導起電力と端子電圧の位相差
 → 負荷をつないだことによる誘導起電力の位相変化

H22 問15

問15 1相当りの同期リアクタンスが $1 [\Omega]$ の三相同期発電機が無負荷電圧 $346 [\text{V}]$ (相電圧 $200 [\text{V}]$) を発生している。そこに抵抗器負荷を接続すると電圧が $300 [\text{V}]$ (相電圧 $173 [\text{V}]$) に低下した。次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし、三相同期発電機の回転速度は一定で、損失は無視するものとする。

(a) 電機子電流 $[\text{A}]$ の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 27 (2) 70 (3) 100 (4) 150 (5) 173

(b) 出力 $[\text{kW}]$ の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 24 (2) 30 (3) 52 (4) 60 (5) 156

H22 問15

問15 1相当りの同期リアクタンスが1 [Ω] の三相同期発電機が無負荷電圧346 [V] (相電圧 200 [V]) を発生している。そこに抵抗器負荷を接続すると電圧が300 [V] (相電圧 173 [V]) に低下した。次の(a)及び(b)に答えよ。

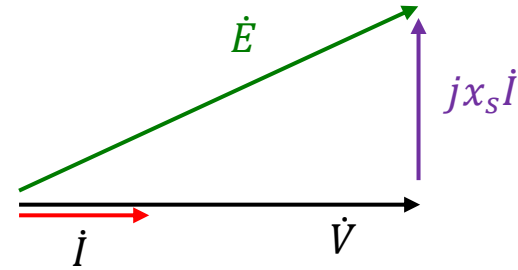
ただし、三相同期発電機の回転速度は一定で、損失は無視するものとする。

(a) 電機子電流 [A] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 27 (2) 70 (3) 100 (4) 150 (5) 173

(b) 出力 [kW] の値として、最も近いのは次のうちどれか。

- (1) 24 (2) 30 (3) 52 (4) 60 (5) 156



$$\dot{E} = \dot{V} + jx_s \dot{I}$$

$$x_s I = \sqrt{200^2 - 173^2} = 100.4 \text{ V} \rightarrow I = \frac{100.4}{x_s} = \frac{100.4}{1} = 100.4 \text{ A}$$

$$P = 3VI = 3 \times 173 \times 100.4 = 52108 = 52.1 \text{ kW}$$

H28 問15

問15 定格出力 $3\,300\text{ kV}\cdot\text{A}$ 、定格電圧 $6\,600\text{ V}$ 、定格力率 0.9 (遅れ) の非突極形三相同期発電機があり、星形接続1相当りの同期リアクタンスは $12.0\ \Omega$ である。電機子の巻線抵抗及び磁気回路の飽和は無視できるものとして、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 定格運転時における1相当りの内部誘導起電力の値 [V] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

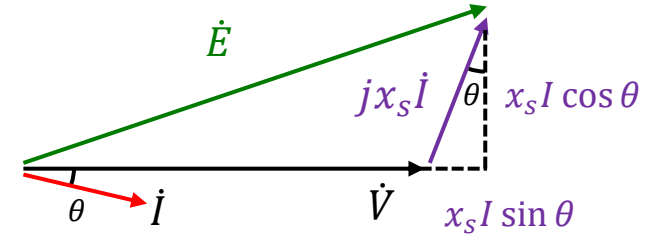
- (1) 3 460 (2) 3 810 (3) 6 170 (4) 7 090 (5) 8 690

(b) 上記の発電機の励磁を定格状態に保ったまま運転し、星形結線1相当りのインピーダンスが $13 + j5\ \Omega$ の平衡三相誘導性負荷を接続した。このときの発電機端子電圧の値 [V] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 3 810 (2) 4 010 (3) 5 990 (4) 6 600 (5) 6 950

H28 問15

問15 定格出力 3300 kV・A, 定格電圧 6600 V, 定格力率 0.9 (遅れ) の非突極形三相同期発電機があり, 星形接続 1 相当りの同期リアクタンスは 12.0Ω である。電機子の巻線抵抗及び磁気回路の飽和は無視できるものとして, 次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(a) 定格運転時における 1 相当りの内部誘導起電力の値 [V] として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 3460 (2) 3810 (3) 6170 (4) 7090 (5) 8690

(b) 上記の発電機の励磁を定格状態に保ったまま運転し, 星形結線 1 相当りのインピーダンスが $13 + j5 \Omega$ の平衡三相誘導性負荷を接続した。このときの発電機端子電圧の値 [V] として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 3810 (2) 4010 (3) 5990 (4) 6600 (5) 6950

H28 問15

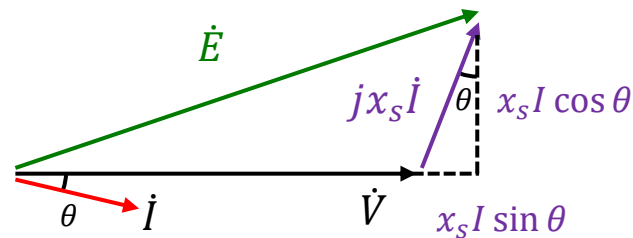
問15 定格出力 3300 kV・A, 定格電圧 6600 V, 定格力率 0.9 (遅れ) の非突極形三相同期発電機があり, 星形接続 1 相当りの同期リアクタンスは 12.0Ω である。発電機の巻線抵抗及び磁気回路の飽和は無視できるものとして, 次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

(a) 定格運転時における 1 相当りの内部誘導起電力の値 [V] として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 3460 (2) 3810 (3) 6170 (4) 7090 (5) 8690

(b) 上記の発電機の励磁を定格状態に保ったまま運転し, 星形結線 1 相当りのインピーダンスが $13 + j5 \Omega$ の平衡三相誘導性負荷を接続した。このときの発電機端子電圧の値 [V] として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 3810 (2) 4010 (3) 5990 (4) 6600 (5) 6950



$$I = \frac{S}{\sqrt{3}V} = \frac{3300 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6600} = 289 \text{ A}$$

$$\sin \theta = \sqrt{1 - \cos^2 \theta} = \sqrt{1 - 0.9^2} = 0.436$$

$$\dot{E} = \dot{V} + jx_s \dot{I}$$

$$\begin{aligned} E &= \sqrt{(V + x_s I \cos \theta)^2 + (x_s I \sin \theta)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{6600}{\sqrt{3}} + 12 \times 289 \times 0.436\right)^2 + (12 \times 289 \times 0.9)^2} \\ &= 6170 \text{ V} \end{aligned}$$

H28 問15

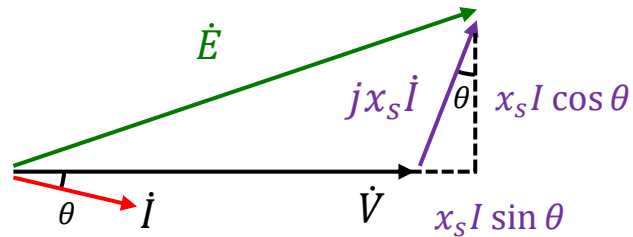
問15 定格出力 $3300 \text{ kV}\cdot\text{A}$ 、定格電圧 6600 V 、定格力率 0.9 (遅れ) の非突極形三相同期発電機があり、星形接続1相当たりの同期リアクタンスは 12.0Ω である。電機子の巻線抵抗及び磁気回路の飽和は無視できるものとして、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 定格運転時における1相当たりの内部誘導起電力の値 [V] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

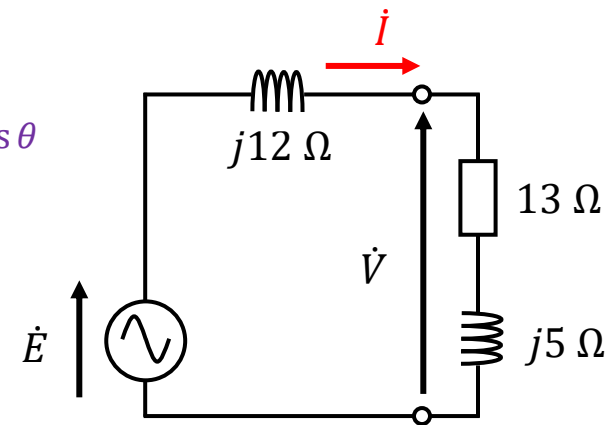
- (1) 3460 (2) 3810 (3) 6170 (4) 7090 (5) 8690

(b) 上記の発電機の励磁を定格状態に保ったまま運転し、星形結線1相当たりのインピーダンスが $13 + j5 \Omega$ の平衡三相誘導性負荷を接続した。このときの発電機端子電圧の値 [V] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 3810 (2) 4010 (3) 5990 (4) 6600 (5) 6950



$$E = 6170 \text{ V}$$



H28 問15

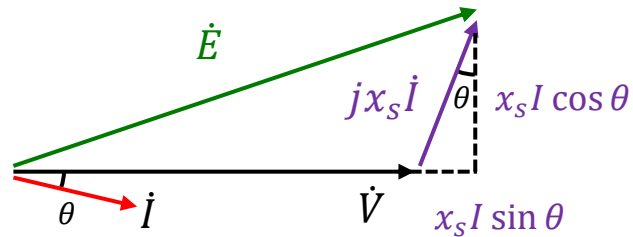
問15 定格出力 3300 kV・A, 定格電圧 6600 V, 定格力率 0.9 (遅れ) の非突極形三相同期発電機があり, 星形接続 1 相当りの同期リアクタンスは 12.0 Ω である。発電機の巻線抵抗及び磁気回路の飽和は無視できるものとして, 次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

(a) 定格運転時における 1 相当りの内部誘導起電力の値 [V] として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 3460 (2) 3810 (3) 6170 (4) 7090 (5) 8690

(b) 上記の発電機の励磁を定格状態に保ったまま運転し, 星形結線 1 相当りのインピーダンスが $13 + j5 \Omega$ の平衡三相誘導性負荷を接続した。このときの発電機端子電圧の値 [V] として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 3810 (2) 4010 (3) 5990 (4) 6600 (5) 6950



$$E = 6170 \text{ V}$$

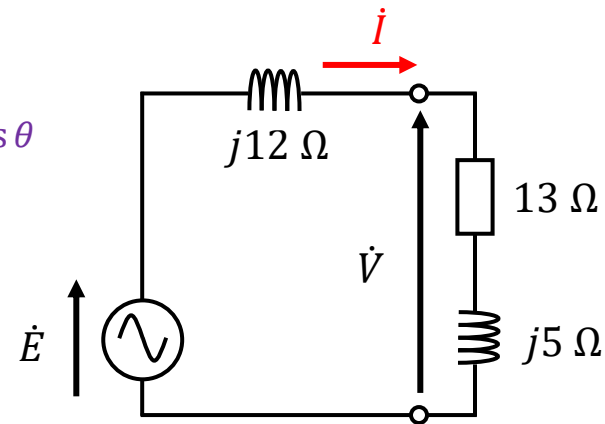
$$i = \frac{\dot{E}}{\dot{Z} + jx_s} = \frac{\dot{E}}{13 + j5 + j12} = \frac{\dot{E}}{13 + j17}$$

$$\dot{V} = \dot{Z}i = (13 + j5) \times \frac{\dot{E}}{13 + j17} = \frac{13 + j5}{13 + j17} \dot{E}$$

$$V = \frac{|13 + j5|}{|13 + j17|} |\dot{E}| = \frac{\sqrt{13^2 + 5^2}}{\sqrt{13^2 + 17^2}} \times 6170$$

$$= \frac{13.9}{21.4} \times 6170 = 4008 \text{ V}$$

$$V_l = \sqrt{3} \times V = \sqrt{3} \times 4008 = 6942 \text{ V}$$



H28 問15

問15 定格出力3300kV・A, 定格電圧6600V, 定格力率0.9(遅れ)の非突極形三相同期発電機があり, 星形接続1相当たりの同期リアクタンスは 12.0Ω である。電機子の巻線抵抗及び磁気回路の飽和は無視できるものとして, 次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 定格運転時における1相当たりの内部誘導起電力の値[V]として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 3460 (2) 3810 (3) 6170 (4) 7090 (5) 8690

(b) 上記の発電機の励磁を定格状態に保ったまま運転し, 星形結線1相当たりのインピーダンスが $13+j5\Omega$ の平衡三相誘導性負荷を接続した。このときの発電機端子電圧の値[V]として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 3810 (2) 4010 (3) 5990 (4) 6600 (5) 6950

H23 問4

問4 次の文章は、同期発電機に関する記述である。

Y結線の非突極形三相同期発電機があり、各相の同期リアクタンスが $3 [\Omega]$ 、無負荷時の出力端子と中性点間の電圧が $424.2 [\text{V}]$ である。この発電機に1相当たり $R + jX_L [\Omega]$ の三相平衡Y結線の負荷を接続したところ各相に $50 [\text{A}]$ の電流が流れた。接続した負荷は誘導性でそのリアクタンス分は $3 [\Omega]$ である。ただし、励磁の強さは一定で変化しないものとし、電機子巻線抵抗は無視するものとする。

このときの発電機の出力端子間電圧 $[\text{V}]$ の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 300 (2) 335 (3) 475 (4) 581 (5) 735

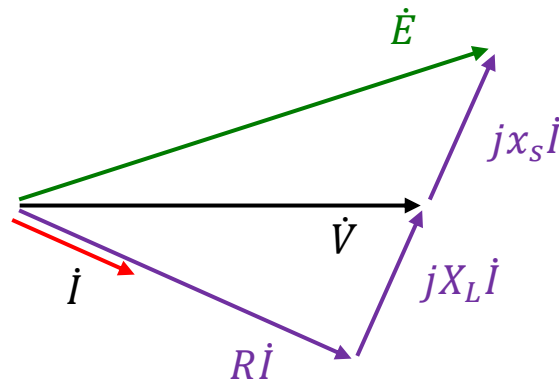
H23 問4

問4 次の文章は、同期発電機に関する記述である。

Y結線の非突極形三相同期発電機があり、各相の同期リアクタンスが3 [Ω]、無負荷時の出力端子と中性点間の電圧が424.2 [V]である。この発電機に1相当たり $R + jX_L$ [Ω] の三相平衡 Y結線の負荷を接続したところ各相に50 [A]の電流が流れた。接続した負荷は誘導性でそのリアクタンス分は3 [Ω]である。ただし、励磁の強さは一定で変化しないものとし、電機子巻線抵抗は無視するものとする。

このときの発電機の出力端子間電圧 [V] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 300 (2) 335 (3) 475 (4) 581 (5) 735



$$\dot{E} = R\dot{i} + jX_L\dot{i} + jx_s\dot{i}$$

$$\begin{aligned} RI &= \sqrt{E^2 - (X_L I + x_s I)^2} \\ &= \sqrt{424.2^2 - (3 \times 50 + 3 \times 50)^2} \\ &= 300 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\dot{V} = R\dot{i} + jX_L\dot{i}$$

$$\begin{aligned} V &= \sqrt{(RI)^2 + (X_L I)^2} = \sqrt{300^2 + (3 \times 50)^2} \\ &= 335.4 \text{ V} \end{aligned}$$

端子電圧は線間電圧なので $\sqrt{3}$ 倍

$$\text{Copy right } \textcircled{c} \text{ 電験どうでしょう } V = \sqrt{3} \times 335.4 = 580.9 \text{ V}$$

ご聴講ありがとうございました
ございました!!