# 電験二種　オンライン講座

# 機械制御　同期機



2022.10.30 Sun

# H30 問2

問２　図は，三相星形接続の円筒形同期発電機のフェーザ図である。この図を参照して次の問に答えよ。ただし，電機子抵抗による電圧降下及び磁気飽和は無視するものとする。

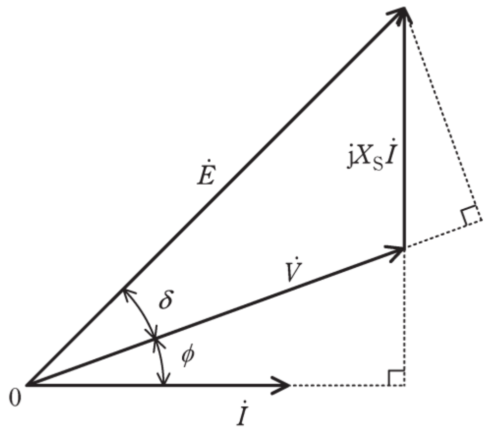
(1) $E$[V]，$V$[V]，$\delta$ [rad]，$X_S$[Ω]を用いて，発電機出力 $P$[kW]を表す式を導出過程を含めて示せ。

(2) 定格皮相電力 30 000 kV·A，定格端子電圧（線間電圧）6 600 V，短絡比 0.5 の円筒形三相同期発電機において，次の a， b 及び c の問に答えよ。

a．$X_S$[Ω]の値を求めよ。

b．三相平衡交流系統に接続して，$E = 7\,000$ V，$V = 3\,810$ V，$\delta = \dfrac{\pi}{6}$ rad で運転しているときの $P$[kW]，$I$[A]，力率（$\cos\phi$）の値を求めよ。

c．この発電機を三相平衡交流系統から切り離して，三相平衡抵抗器負荷に接続した。界磁電流を調整して $V = 3\,700$ V，$\delta = \dfrac{\pi}{3}$ rad で運転し，抵抗器負荷に電力を供給した。このときの $P$[kW]，$E$[V]，$I$[A]，力率（$\cos\phi$）の値を求めよ。




円筒形三相同期発電機のフェーザ図

$\dot{E}$：無負荷誘導起電力（相電圧）
$\dot{V}$：端子電圧（相電圧）
$\dot{I}$：電機子電流
$X_S$：同期リアクタンス
$\delta$：内部相差角
$\phi$：力率角
$E$，$V$，$I$：各フェーザの大きさ

# H30 問2

e-DEN【イーデン】 × 電験どうでしょう Let me inject Energy to you!

問２　図は，三相星形接続の円筒形同期発電機のフェーザ図である。この図を参照して次の問に答えよ。ただし，電機子抵抗による電圧降下及び磁気飽和は無視するものとする。

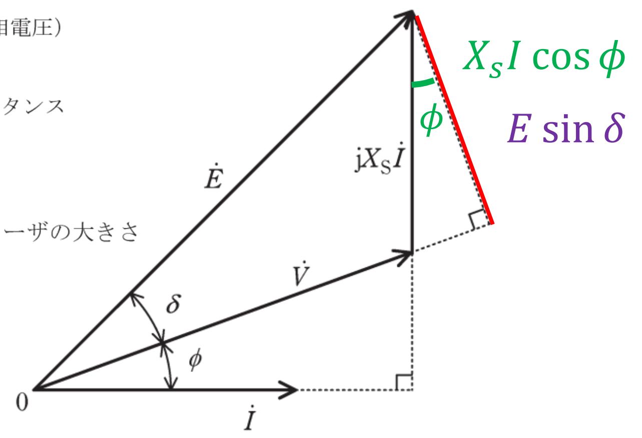
(1) $E$[V]，$V$[V]，$\delta$ [rad]，$X_S$[Ω]を用いて，発電機出力 $P$[kW]を表す式を導出過程を含めて示せ。

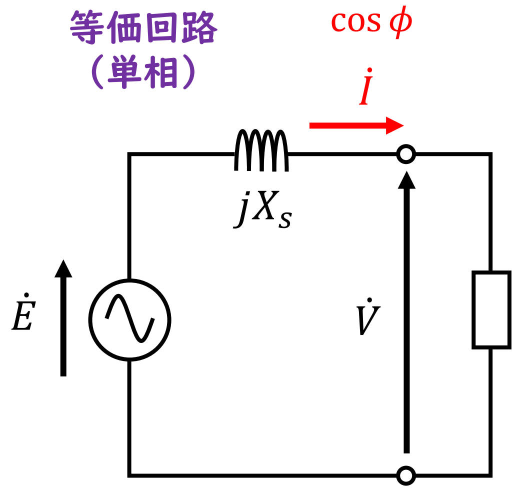
$$X_s I\cos\phi = E\sin\delta \ \rightarrow\ I\cos\phi = \frac{E\sin\delta}{X_s}$$

$$P = 3VI\cos\phi = 3V\cdot\frac{E\sin\delta}{X_s}$$

$$P = \frac{3EV}{X_s}\sin\delta\ \text{[W]} \ \rightarrow\ P = \frac{3EV}{X_s}\sin\delta\times10^{-3}\ \text{[kW]}$$

$\dot{E}$：無負荷誘導起電力（相電圧）
$\dot{V}$：端子電圧（相電圧）
$\dot{I}$：電機子電流
$X_S$：同期リアクタンス
$\delta$：内部相差角
$\phi$：力率角
$E$，$V$，$I$：各フェーザの大きさ




(2) 定格皮相電力 30 000 kV·A，定格端子電圧（線間電圧）6 600 V，短絡比 0.5 の円筒形三相同期発電機において，次の a，b 及び c の問に答えよ。

a．$X_S$[Ω]の値を求めよ。

$$K_s = \frac{100}{\%X_s} = \frac{Z_{BASE}}{X_s} = \frac{1}{X_s}\cdot\frac{V_{BASE}^2}{S_{BASE}}$$

$$X_s = \frac{1}{K_s}\cdot\frac{V_{BASE}^2}{S_{BASE}} = \frac{1}{0.5}\cdot\frac{6600^2}{30000\times1000} = 2.904\ \Omega$$

b．三相平衡交流系統に接続して，$E=7\,000$ V，$V=3\,810$ V，$\delta=\frac{\pi}{6}$ rad で運転しているときの $P$[kW]，$I$[A]，力率（$\cos\phi$）の値を求めよ。

$$P = \frac{3EV}{X_s}\sin\delta\times10^{-3} = \frac{3\times7000\times3810}{2.904}\times\sin\frac{\pi}{6}\times10^{-3}$$

$$P = 13776\ \text{kW} \ \rightarrow 13800\ \text{kW}$$

# H30 問2

b．三相平衡交流系統に接続して，$E = 7000$ V，$V = 3810$ V，$\delta = \frac{\pi}{6}$ rad で運転しているときの $P$[kW]，$I$[A]，力率 ($\cos\phi$) の値を求めよ。

**━ の部分**

$$X_s I\cos\phi = E\sin\delta$$

**━ の部分**

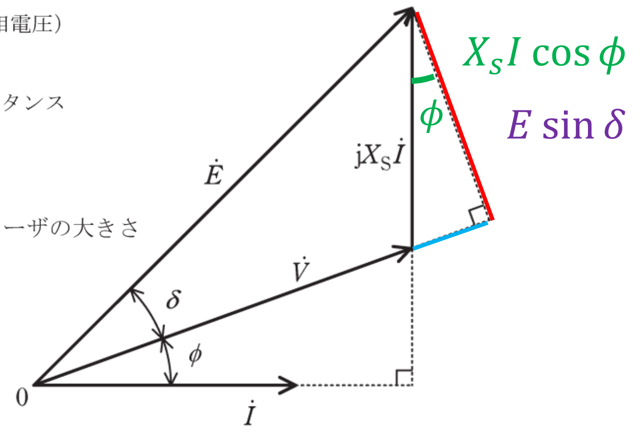
$$X_s I\sin\phi = E\cos\delta - V$$

$$\frac{X_s I\sin\phi}{X_s I\cos\phi} = \frac{E\cos\delta - V}{E\sin\delta} \rightarrow \frac{\sin\phi}{\cos\phi} = \frac{7000\times\cos\frac{\pi}{6} - 3810}{7000\times\sin\frac{\pi}{6}} = 0.6435$$

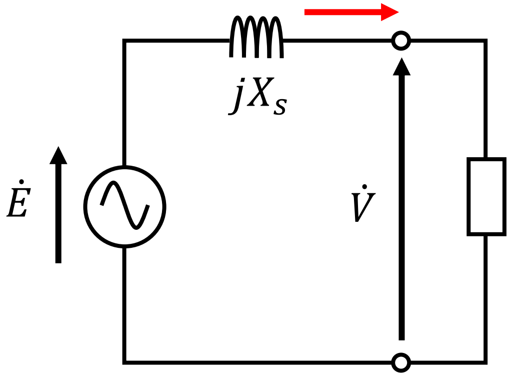
$$\frac{\sqrt{1-\cos^2\phi}}{\cos\phi} = 0.6435 \rightarrow 1-\cos^2\phi = (0.6435\times\cos\phi)^2$$

$$\cos\phi = \frac{1}{\sqrt{1+0.6435^2}} = 0.841$$

$\dot{E}$：無負荷誘導起電力（相電圧）
$\dot{V}$：端子電圧（相電圧）
$\dot{I}$：電機子電流
$X_s$：同期リアクタンス
$\delta$：内部相差角
$\phi$：力率角
$E$，$V$，$I$：各フェーザの大きさ



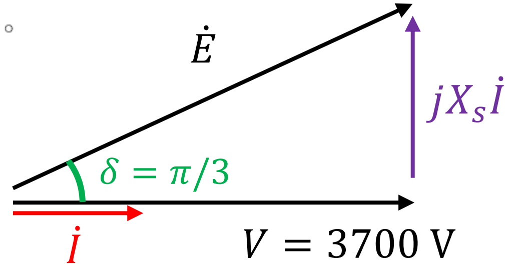

**等価回路（単相）**




$$P = 3VI\cos\phi \rightarrow I = \frac{P}{3V\cos\phi}$$

$$I = \frac{13776\times10^3}{3\times7000\times0.841} = 1433.2 \rightarrow 1430\ \text{A}$$

c．この発電機を三相平衡交流系統から切り離して，三相平衡抵抗器負荷に接続した。界磁電流を調整して $V = 3700$ V，$\delta = \frac{\pi}{3}$ rad で運転し，抵抗器負荷に電力を供給した。このときの $P$[kW]，$E$[V]，$I$[A]，力率 ($\cos\phi$) の値を求めよ。




**負荷が抵抗なので力率は１**

$\cos\phi = 1$

$$V = E\cos\delta \rightarrow E = \frac{V}{\cos\delta} = \frac{3700}{\cos\frac{\pi}{3}} = 7400\ \text{V}$$

$$P = \frac{3EV}{X_s}\sin\delta\times10^{-3}\ [\text{kW}] = \frac{3\times7400\times3700}{2.904}\times\sin\frac{\pi}{3}\times10^{-3}$$

$$P = 24496 \rightarrow 24500\ \text{kW}$$

$$P = 3VI\cos\phi \rightarrow I = \frac{P}{3V\cos\phi} = \frac{24496\times10^3}{3\times3700\times1} = 2207 \rightarrow 2210\ \text{A}$$

# 同期機の%Zと単位法

**基準インピーダンス**

$$Z_{BASE}=\frac{(\text{線間電圧})^2}{(\text{定格電力})}=\frac{V_n^2}{S_n}=\frac{(\text{相電圧})}{(\text{定格電流})}=\frac{V_n/\sqrt{3}}{I_n}=\frac{V_n}{\sqrt{3}I_n}$$

**%インピーダンス**

$$\%Z=\frac{(\text{実インピーダンス})}{(\text{基準インピーダンス})}\times 100=\frac{z}{Z_{BASE}}\times 100\ [\%]$$

$$\%Z=\frac{z}{Z_{BASE}}\times 100=100\times\frac{z}{Z_{BASE}}\times\frac{V_n/\sqrt{3}}{V_n/\sqrt{3}}$$

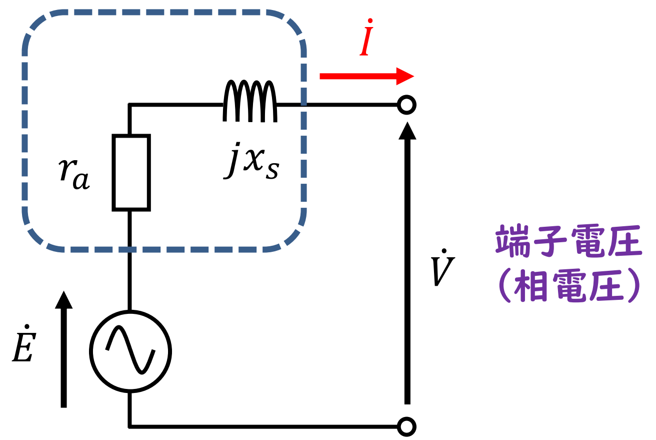
$$=100\times\frac{V_n/\sqrt{3}}{Z_{BASE}}\times\frac{z}{V_n/\sqrt{3}}=100\times\frac{V_n/\sqrt{3}}{Z_{BASE}}\times\frac{z}{V_n/\sqrt{3}}$$

$$\%Z=100\times I_n\times\frac{1}{I_s}\rightarrow\frac{I_s}{I_n}=K_s=\frac{100}{\%Z}$$

三相短絡電流： $I_s$ [A]
短絡比： $K_s$

**等価回路（単相）**

$z$：同期インピーダンス




**<%インピーダンスの単位法による表現>**

**→XX%を0.XXとすればよい**

**実際の計算では**

$I\ [\mathrm{p.u.}]=\dfrac{I}{I_n}$ → $I=I_n$ なら $I\ [\mathrm{p.u.}]=1\ \mathrm{p.u.}$

$V\ [\mathrm{p.u.}]=\dfrac{V}{V_n(\text{相電圧})}$ → $V=V_n$ なら $V\ [\mathrm{p.u.}]=1\mathrm{p.u.}$

$Z\ [\mathrm{p.u.}]=\dfrac{z}{Z_{BASE}}$ → $\%Z$ が分かっていたら

$$Z[\mathrm{p.u.}]=\%\frac{Z}{100}\ \mathrm{p.u.}$$

# H29 問1

問1　三相円筒形同期発電機の電圧変動率，出力電流及び出力に関して，次の問に答えよ。ただし，電機子抵抗による電圧降下及び磁気飽和は無視するものとする。また，単位法は自己定格容量（定格皮相電力[kV･A]）を基準としている。

(1) 図に星形結線の1相分のフェーザ図を示す。その負荷状態での電圧変動率$\varepsilon$を$\varepsilon=\dfrac{E-V}{V}\times 100$ [%]と定義する。この$\varepsilon$を$V$，$I$，$X_S$及び$\phi$を用いて表す式を導出せよ。なお，$E$，$V$及び$I$は図に記載の各フェーザの大きさを示す。

(2) 発電機の$V$及び$I$を一定として，力率$\cos\phi$（遅れ，$0°<\phi\leqq 90°$）を小さくした場合，$\varepsilon$が大きくなる理由を説明せよ。

(3) 短絡比$K_{SCR}$を無負荷飽和曲線及び三相短絡特性曲線を用いて導出する方法を説明せよ。

(4) $K_{SCR}$と同期リアクタンス$X_S$ [p.u.]との関係を示せ。

　また，$V$，$I$及び力率が同じ運転状態のとき，$K_{SCR}$の小さな発電機の方の$\varepsilon$が大きくなる理由を説明せよ。

(5) $K_{SCR}=0.6$の三相円筒形同期発電機において，三相平衡負荷を発電機に接続し，$V=1$ p.u.一定になるように界磁電流を調整したところ，発電機の$\delta$は30°で力率$\cos\phi$は0.9（遅れ）であった。この運転状態における$E$[p.u.]，$I$[p.u.]及び出力$P$[p.u.]を求めよ。また，このときの$\varepsilon$[%]を求めよ。

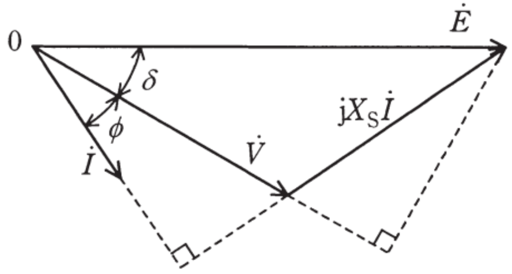


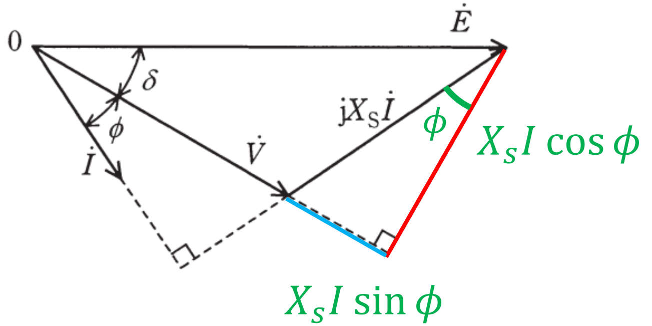
図　三相円筒形同期発電機のフェーザ図

$\dot{E}$ ：無負荷誘導起電力（相電圧）
$\dot{V}$ ：端子電圧（相電圧）
$\dot{I}$ ：電機子電流（相電流）
$X_S$：同期リアクタンス
$\delta$ ：内部相差角（負荷角）
$\phi$ ：力率角

# H29 問1

問1　三相円筒形同期発電機の電圧変動率，出力電流及び出力に関して，次の問に答えよ。ただし，電機子抵抗による電圧降下及び磁気飽和は無視するものとする。また，単位法は自己定格容量(定格皮相電力[kV·A])を基準としている。

(1) 図に星形結線の1相分のフェーザ図を示す。その負荷状態での電圧変動率$\varepsilon$を$\varepsilon=\frac{E-V}{V}\times 100$ [%]と定義する。この$\varepsilon$を$V$，$I$，$X_S$及び$\phi$を用いて表す式を導出せよ。なお，$E$，$V$及び$I$は図に記載の各フェーザの大きさを示す。




$\dot{E}$：無負荷誘導起電力(相電圧)
$\dot{V}$：端子電圧(相電圧)
$\dot{I}$：電機子電流（相電流）
$X_S$：同期リアクタンス
$\delta$：内部相差角(負荷角)
$\phi$：力率角

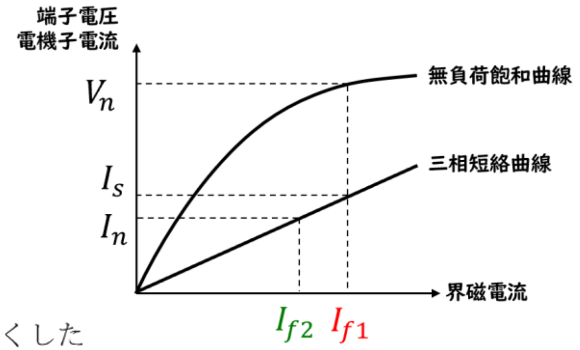
$$E=\sqrt{(V+X_SI\sin\phi)^2+(X_SI\cos\phi)^2}$$
$$=\sqrt{V^2+2VX_SI\sin\phi+X_S^2I^2\sin^2\phi+X_S^2I^2\cos^2\phi}$$
$$=\sqrt{V^2+2VX_SI\sin\phi+X_S^2I^2}$$

$$\varepsilon=\frac{E-V}{V}\times 100=\frac{\sqrt{V^2+2VX_SI\sin\phi+X_S^2I^2}-V}{V}\times 100$$

(2) 発電機の$V$及び$I$を一定として，力率$\cos\phi$(遅れ，$0°<\phi\leqq 90°$)を小さくした場合，$\varepsilon$が大きくなる理由を説明せよ。

**(1)の解より、$\cos\phi$を小さくする（$\phi$を大きくする）と、$\sin\phi$の値が大きくなるので、電圧変動率は大きくなる**

(3) 短絡比$K_{SCR}$を無負荷飽和曲線及び三相短絡特性曲線を用いて導出する方法を説明せよ。




**無負荷飽和曲線より定格電圧となる界磁電流（$I_{f1}$）を読み取り、三相短絡曲線より定格電流となる界磁電流($I_{f2}$)を読み取る。**

**2つの界磁電流と短絡比の関係は以下となる**

$$\text{短絡比}K_{SCR}=\frac{(\text{無負荷時に定格電圧を発生させる界磁電流 }I_{f1})}{(\text{短絡時に定格電流を発生させる界磁電流 }I_{f2})}$$

# H29 問1

(4) $K_{SCR}$ と同期リアクタンス $X_S$ [p.u.] との関係を示せ。

また，$V$，$I$ 及び力率が同じ運転状態のとき，$K_{SCR}$ の小さな発電機の方の$\varepsilon$が大きくなる理由を説明せよ。

$$K_{SCR} = \frac{100}{\%Z} = \frac{1}{Z\,[\mathrm{p.u.}]} = \frac{1}{X_s[\mathrm{p.u}]}$$

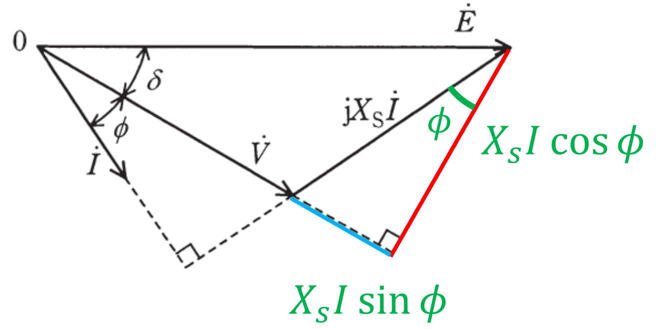
**(1)の解より、$K_{SCR}$が小さいと$X_s$の値が大きくなるので、電圧変動率は大きくなる**

$$\varepsilon = \frac{E-V}{V}\times 100 = \frac{\sqrt{V^2+2VX_sI\sin\phi+X_s^2I^2}-V}{V}\times 100$$

(5) $K_{SCR}=0.6$ の三相円筒形同期発電機において，三相平衡負荷を発電機に接続し，$V=1$ p.u.一定になるように界磁電流を調整したところ，発電機の$\delta$は30°で力率 $\cos\phi$ は0.9(遅れ)であった。この運転状態における $E$[p.u.]，$I$[p.u.]及び出力 $P$[p.u.]を求めよ。また，このときの$\varepsilon$[%]を求めよ。

$$K_{SCR} = \frac{1}{X_s} \rightarrow X_s = \frac{1}{K_{SCR}} = \frac{1}{0.6} = 1.667\ [\mathrm{p.u}]$$

**単位法計算の場合、**
**出力の計算で×３はつかない**




$\dot{E}$ ：無負荷誘導起電力(相電圧)
$\dot{V}$ ：端子電圧(相電圧)
$\dot{I}$ ：電機子電流 (相電流)
$X_S$：同期リアクタンス
$\delta$ ：内部相差角(負荷角)
$\phi$ ：力率角

**(赤)の部分**

$$X_sI\cos\phi = E\sin\delta$$

**(青)の部分**

$$X_sI\sin\phi = E\cos\delta - V$$

$$\frac{X_sI\sin\phi}{X_sI\cos\phi} = \frac{E\cos\delta - V}{E\sin\delta} \rightarrow E\sin\delta\times\frac{\sin\phi}{\cos\phi} = E\cos\delta - V$$

$$E = \frac{V}{\cos\delta - \sin\delta\times\dfrac{\sin\phi}{\cos\phi}} = \frac{1}{\cos 30^\circ - \sin 30^\circ\times\dfrac{\sqrt{1-\cos^2\phi}}{\cos\phi}}$$

$$E = \frac{1}{\dfrac{\sqrt{3}}{2} - \dfrac{1}{2}\times\dfrac{\sqrt{1-0.9^2}}{0.9}} = 1.603\ [\mathrm{p.u.}]$$

$$P = \frac{EV}{X_s}\sin\delta = \frac{1.603\times 1}{1.667}\times\sin 30^\circ = 0.481\ [\mathrm{p.u.}]$$

$$P = VI\cos\phi \rightarrow I = \frac{P}{V\cos\phi} = \frac{0.481}{1\times 0.9} = 0.534\ [\mathrm{p.u.}]$$

$$\varepsilon = \frac{E-V}{V} = \frac{1.603-1}{1} = 0.603\ [\mathrm{p.u.}] \rightarrow 60.3\ \%$$

# 単位法の電力の式（×3がつかない理由）

<%インピーダンスの単位法による表現>

→XX%を0.XXとすればよい

**実際の計算では**

$I\ [\mathrm{p.u.}] = \dfrac{I}{I_n}$ → $I = I_n$ なら $I\ [\mathrm{p.u.}] = 1\ \mathrm{p.u.}$

$V\ [\mathrm{p.u.}] = \dfrac{V}{V_n\,(\text{相電圧})}$ → $V = V_n$ なら $V\ [\mathrm{p.u.}] = 1\mathrm{p.u.}$

$Z\ [\mathrm{p.u.}] = \dfrac{Z}{Z_{BASE}}$ → $\%Z$ が分かっていたら

$$Z[\mathrm{p.u.}] = \% \frac{Z}{100}\ \mathrm{p.u.}$$

$$V\ [\mathrm{p.u.}] = \frac{V}{V_n\,(\text{相電圧})} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \times \frac{V}{V_n\,(\text{相電圧})} = \frac{V\,(\text{線間})}{V_n\,(\text{線間})} = V(\text{線間})[\mathrm{p.u.}]$$

**→単位法では相電圧、線電圧が同じ形になる。**

$$P = 3\frac{E(\text{相})V(\text{相})}{X_s}\sin\delta = \frac{E(\text{線間})V(\text{線間})}{X_s}\sin\delta$$

**単位法表現では**

$$P[\mathrm{p.u.}] = \frac{E(\text{線間})\ [\mathrm{p.u.}] \times V(\text{線間})[\mathrm{p.u.}]}{X_s}\sin\delta$$

$$= \frac{E(\text{相})\ [\mathrm{p.u.}] \times V(\text{相})[\mathrm{p.u.}]}{X_s}\sin\delta$$

$$P[\mathrm{p.u.}] = \frac{P}{S_n} = \frac{\sqrt{3}V(\text{線間}) \times I\cos\phi}{\sqrt{3}V_n I_n} = \frac{V(\text{線間})}{V_n} \times \frac{I}{I_n} \times \cos\phi$$

$$= V(\text{線間})[\mathrm{p.u.}] \times I\ [\mathrm{p.u.}] \times \cos\phi$$

$$= V(\text{相})[\mathrm{p.u.}] \times I\ [\mathrm{p.u.}] \times \cos\phi$$

# H27 問1

問１　同期リアクタンス $X_s$［Ω］の同期発電機をインピーダンスが十分に小さい相電圧 $V_0$［V］の三相交流系統に接続し，発電機に $P_0$［W］の機械的入力を加えたとき，内部相差角は $\delta_0 = 45°$ で動作した。界磁電流及び回転速度は一定で，発電機の突極性及び損失は無視できるものとする。

(1)　同期発電機を相電圧 $V_0$ の三相交流系統に接続した場合について，以下のａ．及びｂ．に答えよ。

ａ．発電機に加える機械的入力を $P_1$［W］にすると，内部相差角は $\delta_1 = 30°$ となった。機械的入力の比 $\dfrac{P_1}{P_0}$ を求めよ。

ｂ．発電機と交流系統の間に $X_2 = X_s$ のリアクトルを挿入した。$P_2$［W］の機械的入力を加えると，交流系統電圧と無負荷誘導起電力の間の位相角が $\delta_2 = 45°$ に増加した。このときの機械的入力の比 $\dfrac{P_2}{P_0}$ を求めよ。

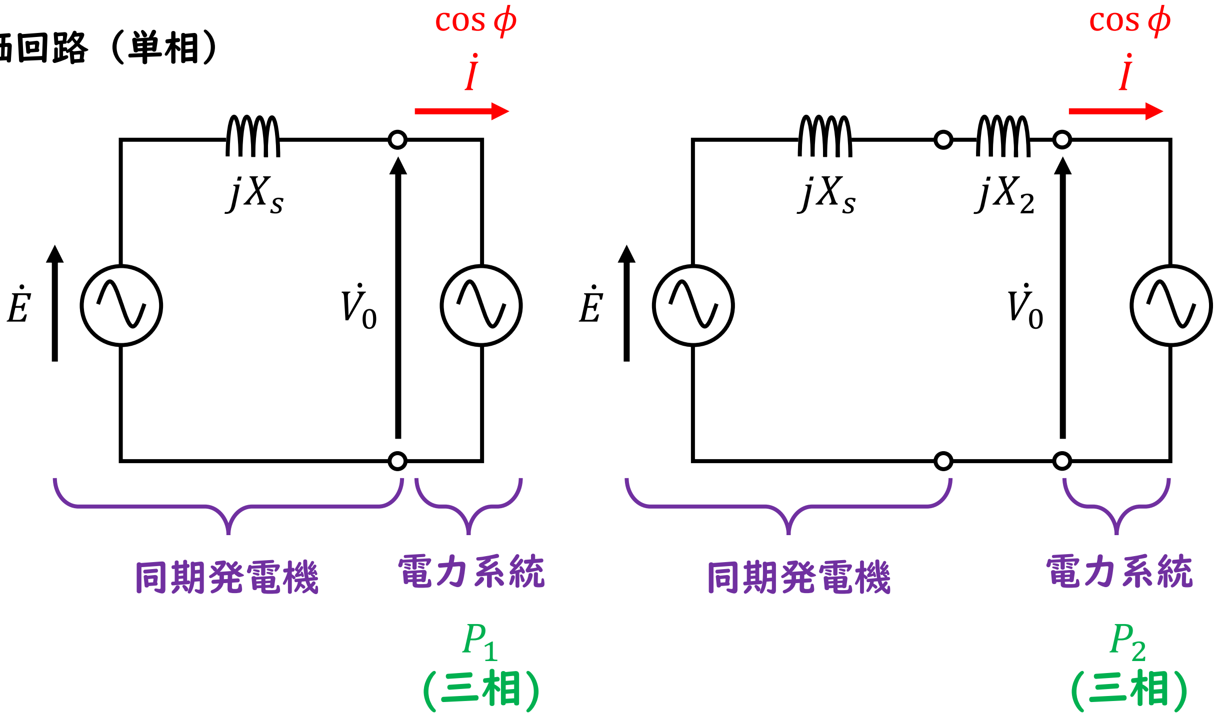
(2)　同期発電機を三相交流系統から切り離して $R$［Ω］の抵抗器を Y 結線して接続し，抵抗器だけに電力を供給する。ここで，$P_3 = P_0$［W］の機械的入力を加えたところ，発電機端子の相電圧は $V_3$［V］，内部相差角は $\delta_3 = 60°$ となった。抵抗器だけを接続した場合について，以下のａ．及びｂ．に答えよ。

ａ．発電機端子の相電圧の比 $\dfrac{V_3}{V_0}$ を求めよ。

ｂ．同期リアクタンス $X_s$ に対する抵抗 $R$ の比 $\dfrac{R}{X_s}$ を求めよ。

# H27 問1

等価回路（単相）




問 1　同期リアクタンス $X_s$ [Ω] の同期発電機をインピーダンスが十分に小さい相電圧 $V_0$ [V] の三相交流系統に接続し，発電機に $P_0$ [W] の機械的入力を加えたとき，内部相差角は $\delta_0 = 45°$ で動作した。界磁電流及び回転速度は一定で，発電機の突極性及び損失は無視できるものとする。

(1) 同期発電機を相電圧 $V_0$ の三相交流系統に接続した場合について，以下の a．及び b．に答えよ。

a．発電機に加える機械的入力を $P_1$ [W] にすると，内部相差角は $\delta_1 = 30°$ となった。機械的入力の比 $\dfrac{P_1}{P_0}$ を求めよ。

**損失が無視できるので、機械的入力＝電気的出力**
**機械的入力は電気的出力（いつもの『出力$P$』）と読み替えてよい**

**系統との連系→『電圧が一定の負荷』と考えてよい**

$$P_0 = \frac{3EV_0}{X_s}\sin\delta_0 \qquad P_1 = \frac{3EV_0}{X_s}\sin\delta_1$$

$$\frac{P_1}{P_0} = \frac{\frac{3EV_0}{X_s}\sin\delta_1}{\frac{3EV_0}{X_s}\sin\delta_0} = \frac{\sin\delta_1}{\sin\delta_0} = \frac{\sin 30°}{\sin 45°} = \frac{1/2}{1/\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0.707$$

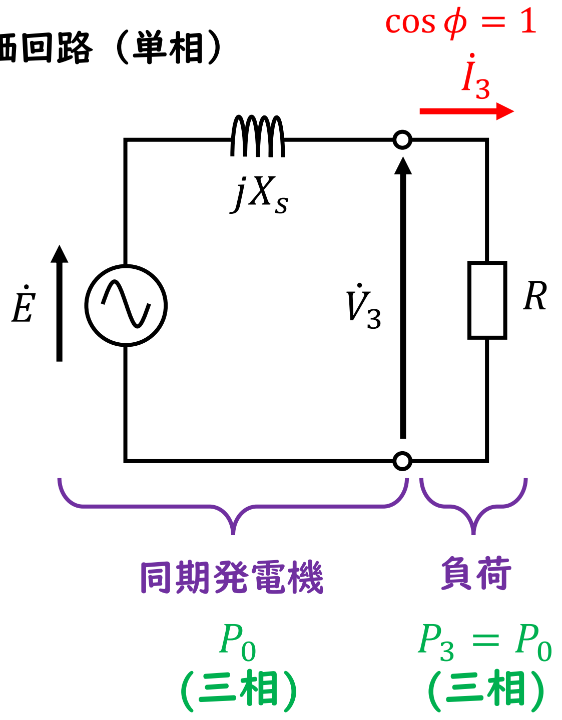
b．発電機と交流系統の間に $X_2 = X_s$ のリアクトルを挿入した。$P_2$ [W] の機械的入力を加えると，交流系統電圧と無負荷誘導起電力の間の位相角が $\delta_2 = 45°$ に増加した。このときの機械的入力の比 $\dfrac{P_2}{P_0}$ を求めよ。

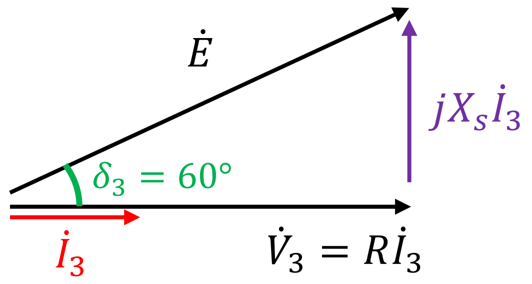
$$P_2 = \frac{3EV_0}{X_s + X_2}\sin\delta_2 = \frac{3EV_0}{X_s + X_s}\sin\delta_2 = \frac{3EV_0}{2X_s}\sin\delta_2$$

$$\frac{P_2}{P_0} = \frac{\frac{3EV_0}{2X_s}\sin\delta_2}{\frac{3EV_0}{X_s}\sin\delta_0} = \frac{1}{2}\times\frac{\sin\delta_2}{\sin\delta_0} = \frac{1}{2}\times\frac{\sin 45°}{\sin 45°} = 0.5$$

# H27 問1

等価回路（単相）




**負荷が抵抗なので力率は1**

$\cos\phi = 1$

(2) 同期発電機を三相交流系統から切り離して $R$［Ω］の抵抗器を Y 結線して接続し，抵抗器だけに電力を供給する。ここで，$P_3 = P_0$［W］の機械的入力を加えたところ，発電機端子の相電圧は $V_3$［V］，内部相差角は $\delta_3 = 60°$ となった。抵抗器だけを接続した場合について，以下の a．及び b．に答えよ。

a．発電機端子の相電圧の比 $\dfrac{V_3}{V_0}$ を求めよ。

$$P_0 = \frac{3EV_0}{X_s}\sin\delta_0$$

$$P_3 = \frac{3EV_3}{X_s}\sin\delta_3 = P_0$$

$$\frac{3EV_0}{X_s}\sin\delta_0 = \frac{3EV_3}{X_s}\sin\delta_3 \rightarrow V_0\sin\delta_0 = V_3\sin\delta_3$$

$$\frac{V_3}{V_0} = \frac{\sin\delta_0}{\sin\delta_3} = \frac{\sin 45°}{\sin 60°} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{2}{\sqrt{6}} = 0.816$$

b．同期リアクタンス $X_s$ に対する抵抗 $R$ の比 $\dfrac{R}{X_s}$ を求めよ。

$$V_3 = RI_3 = E\cos\delta_3$$

$$X_sI_3 = E\sin\delta_3$$

$$\frac{RI_3}{X_sI_3} = \frac{E\cos\delta_3}{E\sin\delta_3} \rightarrow \frac{R}{X_s} = \frac{\cos\delta_3}{\sin\delta_3} = \frac{\cos 60°}{\sin 60°} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 0.577$$

# ご聴講ありがとう
# ございました!!