平成 25 年度

第　2　種

電力・管理

（第 1 時限目）

第２種　**電力・管理**

答案用紙記入上の注意事項

この試験は，６問中任意の４問を選び解答する方式です。解答する際には，この問題に折込まれている答案用紙（記述用紙）を引き抜いてから記入してください。

以下は，答案用紙記入上の注意事項です。

1．筆記用具は，濃度ＨＢの鉛筆又はＨＢの芯を用いたシャープペンシルを使用してください。

2．４枚の答案用紙を引き抜いたらすぐに試験地，受験番号及び生年月日を記入してください。

3．答案用紙は，白紙解答であっても４枚すべて提出してください。

4．問題は６問あります。この中から任意の４問を選び，１問につき１枚の答案用紙にて，解答してください。この場合，答案用紙には，選択した問の番号を記入してください。

5．計算問題については，答案用紙に計算過程を明記してください。また，必要に応じ，計算根拠となる式も書いてください。

6．計算問題の答は，特に指定がない限り，有効数字は３けたです。なお，解答以外の数値のけた数は，誤差が出ないよう多く取ってください。

例：線電流 I は

$$I=\frac{P}{\sqrt{3}V\cos\theta}=\frac{10\times10^3}{\sqrt{3}\times200\times0.9}=32.075\text{〔A〕}\quad 答\ 32.1\text{〔A〕}$$

１線当たりの損失 P_L は

$$P_L=I^2R=32.075^2\times0.2=205.76\text{〔W〕}\quad 答\ 206\text{〔W〕}$$

以　上

（この問題は持ち帰ってください。また，白紙部分はメモ用紙として使用できます。）

第 2 種

電力・管理

問１～問６の中から任意の４問を解答すること。（配点は１問題当たり 30 点）

問１　汽力発電所で用いられている自然循環ボイラについて，次の問に答えよ。

(1) このボイラの原理を説明し，さらに使用圧力の適用範囲と理由を説明せよ。

(2) ボイラ給水ポンプから供給される給水が蒸気としてタービンに供給されるまでの流体のフローを以下の用語を用いて説明せよ。

（用語）ボイラ給水ポンプ，過熱器，降水管，節炭器，水管(水冷壁)，
汽水ドラム，蒸気タービン

(3) 貫流ボイラと比較した場合の自然循環ボイラの長所を二つ述べよ。

問２　図１に示すように，無負荷の三心ケーブルの金属遮へい部を接地して３本の導体に周波数f〔Hz〕の三相平衡電圧（線間電圧）V_1〔V〕を加えたときに各導体に流れる電流を I_1〔A〕とする。また，図２に示すように，全ての導体を接続して周波数 f〔Hz〕の交流電圧 V_2〔V〕を加えたときに各導体に流れる電流を I_2〔A〕とする。このケーブルについて次の問に答えよ。ただし，導体相互間の静電容量は等しく，各導体と金属遮へい部間の静電容量も等しいものとする。また，各導体の抵抗，インダクタンスは無視する。

(1) 導体相互間の静電容量 C_m〔F〕，及び各導体と金属遮へい間の静電容量 C_0〔F〕をそれぞれ求めよ。

(2) このケーブルを図３のように接続して周波数 $5f$〔Hz〕の交流電圧 V_3〔V〕を加えた。流れる電流 I_3〔A〕を I_1〔A〕，I_2〔A〕，V_1〔V〕，V_2〔V〕，V_3〔V〕を用いて求めよ。

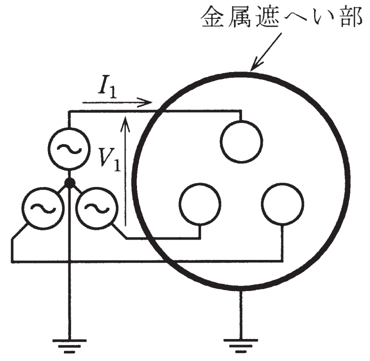


図 1

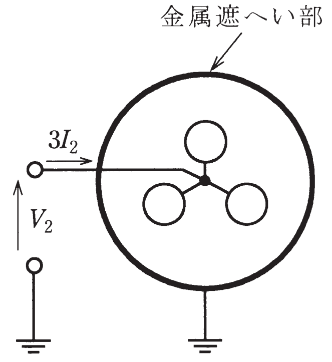


図 2

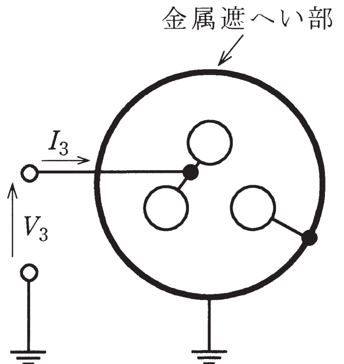


図 3

●S2－D013

問３　高圧配電系統に同期発電機を連系する場合に，同期発電機を設置する構内の保護リレーについて，次の問に答えよ。

(1) 構内の地絡故障保護には，受電点近くに設置した地絡過電流リレー(OCGR)などを用いるが，同期発電機を連系する場合の高圧配電系統側の地絡故障保護には，地絡過電圧リレー(OVGR)を用いる理由を説明せよ。

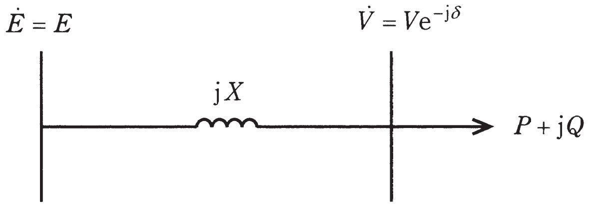
(2) 構内の短絡故障保護には，受電点近くに設置した過電流リレー(OCR)などを用いるが，同期発電機を連系する場合の高圧配電系統側の短絡故障保護には，短絡方向リレー(DSR)を用いる理由を説明せよ。

(3) 地絡過電圧リレー(OVGR)と短絡方向リレー(DSR)は配電用変電所の保護装置と時限協調を図って保護する理由を説明せよ。

●S2－D014

問４　図に示すように電圧 E の無限大母線から，リアクタンス X の送電線で負荷に電力を供給している。負荷の有効電力を P，無効電力を Q(遅れ無効電力を正とする。)，負荷端の複素電圧を $Ve^{-j\delta}$ として次の問に答えよ。

なお，$X = 0.2$〔p.u.〕，$E = 1.0$〔p.u.〕とし，送電線の抵抗と静電容量は無視できるものとする。また，負荷の P，Q は電圧に対し定電力特性をもつものとする。



(1) 負荷の P，Q を与えられた変数（E，V，X，δ）で示せ。

(2) (1)で得られた式から δ を消去し，P，Q と V の関係式，すなわち電力円線図を表す方程式を導け。

(3) 負荷の力率を 1.0 としたときの負荷端電圧 V の値を求めることのできる P の最大値，すなわち電圧安定性を維持できる限界点の P(電圧安定限界値)を与えられた数値を用いて求めよ。（(2)で得られた式は V^2 に関する二次方程式であることを利用せよ。）

(4) (3)と同様に，負荷の力率を 0.9(進み)としたときの P の最大値(電圧安定限界値)を求めよ。

(5) 負荷の力率を一定にして P を増加したとき，$V = 1.0$〔p.u.〕で P が最大(電圧安定限界)となった。そのときの P の最大値(電圧安定限界値)を求めよ。

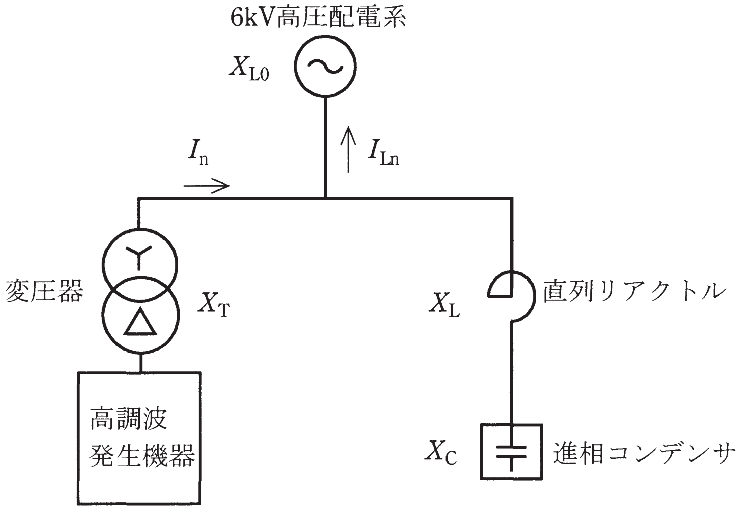
問５　図のような三相 3 線式 6 kV 高圧配電系から受電している需要家がある。負荷の一部に三相の高調波発生機器があり，高調波電流 I_n を流出している。また，進相コンデンサにはそのリアクタンスの 6〔%〕のリアクタンスを有する直列リアクトルが接続されている。

ただし，基準容量により換算した各部のリアクタンスは，$X_{L0}=0.20$〔p.u.〕，$X_C=30.0$〔p.u.〕，$X_T=0.05$〔p.u.〕とする。このとき，次の問に答えよ。

(1) 進相コンデンサに直列リアクトルを接続する理由を二つ述べよ。

(2) 流出している高調波電流を高圧配電系に換算した第 5 調波電流 I_5 が 10〔A〕であったとき，高圧配電系に流出する電流 I_{Ln} のうち第 5 調波電流 I_{L5}〔A〕を求めよ。

(3) 6〔%〕の直列リアクトルを接続しない場合の高圧配電系に流出する第 5 調波電流を I_{L5}'〔A〕とすると，I_{L5}' は，接続時の流出電流 I_{L5} の何〔%〕となるか求めよ。



●S2－D016

問６　電力の需給及び貯蔵に関する次の問に答えよ。

(1) 年負荷率が向上する場合の電力供給側のメリットを挙げよ。また，広域連系した場合，年負荷率は改善するが，その理由を説明せよ。

(2) 揚水式発電所の系統運用上の特長を説明せよ。また，可変速揚水発電方式を採用する理由を説明せよ。

(3) 工場やビルの電力需要側に電力用蓄電池が設置される場合があるが，この電力用蓄電池の効果を説明せよ。