平成 23 年度

第　1　種

機械・制御

（第 2 時限目）

第１種

機械・制御

答案用紙記入上の注意事項

この試験は，**４問中任意の２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（又はＢ）の芯を用いたシャープペンシルを使用してください。**

2．２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**２枚すべて提出**してください。

4．問題は４問あります。この中から任意の２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．計算問題において，簡略式を用いても算出できる場合もありますが，問題文中に明記がある場合を除き，**簡略式は使用しないでください。**

7．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。）

問2　図は，三相星形接続の円筒形同期発電機のベクトル図である。この図を参照して次の問に答えよ。ただし，図の電圧，電流及びリアクタンスの記号は定格皮相電力基準の単位法で表した大きさを示している。また，電機子抵抗による電圧降下や磁気飽和は無視するものとする。

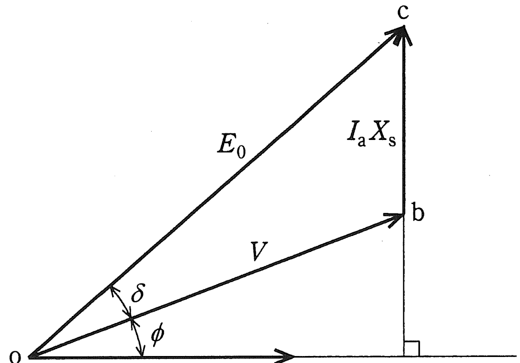
(1) 電圧変動率〔%〕の算出式を図に記載された記号を用いて示せ。

(2) 図から，E_0，δ，ϕ を用いて，I_aX_s 及び V を表す式を導出せよ。

(3) 定格皮相電力 120 000〔kV·A〕，定格電圧 13.8〔kV〕，同期リアクタンス 1.8〔p.u.〕の三相同期発電機について，無負荷状態で端子電圧が 1.3〔p.u.〕になるように界磁電流を調整して，界磁電流をそのままに保って三相平衡負荷を発電機端子に接続したところ，発電機の負荷角(内部相差角)は 30〔°〕で力率は 0.9 であった。この運転状態における電機子電流〔p.u.〕及び端子電圧〔p.u.〕を求めよ。

(4) E_0，V，δ，X_s を用いて，発電機出力 P を表す式を単位法にて導出せよ。

(5) 上記(4)で導出した式を用いて，上記(3)の状態における発電機出力 P〔kW〕を求めよ。



E_0：誘導起電力　　X_s：同期リアクタンス
V　：端子電圧　　　δ　：負荷角
I_a　：電機子電流　　ϕ　：力率角

●F2－K009

問３　図はサイリスタを用いた三相ブリッジ整流回路を示す。入力交流電源の電圧は三相対称正弦波で，線間電圧 v_{ab} の波高値を V_m とする。制御遅れ角 α で運転していて，直流回路のインダクタンスは十分に大きく直流電流 I_d は一定とする。重なり角，回路の損失などは無視できるものとし，次の問に答えよ。

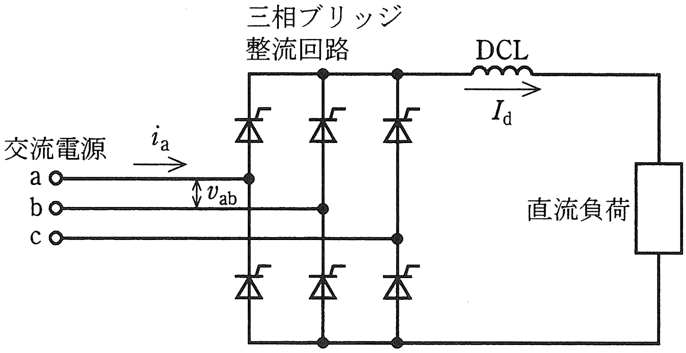
(1) a 相に流れる線電流 i_a の実効値を I とする。I_d を用いて，I を示せ。

(2) 皮相電力を求めるには電流の実効値が必要である。V_m と I_d を用いて，三相皮相電力 S を示せ。

(3) この整流回路の入力における基本波力率を $\cos\varphi_1$ とする。α を用いて，$\cos\varphi_1$ を示せ。

(4) この整流回路において a 相に流れる線電流 i_a の基本波実効値は $\dfrac{\sqrt{6}}{\pi}I_d$ である。V_m と I_d と α を用いて，三相有効電力 P を示せ。

(5) この整流回路の入力における総合力率を λ とする。α を用いて，λ を示せ。



●F2－K010

問４　図に示すフィードバック制御系について，次の問に答えよ。ただし，$R(s)$，$E(s)$，$U(s)$，$Y(s)$は，それぞれ目標値$r(t)$，偏差$e(t)$，入力$u(t)$，出力$y(t)$をラプラス変換したものであり，$G(s)$は制御対象の伝達関数を表す。

(1)　図の制御対象$G(s)$だけを取り出し，大きさ１のステップ入力を$G(s)$へ加えたときのステップ応答が次式で与えられるとき，この制御対象の伝達関数$G(s)$を求めよ。

$$\begin{cases} \dfrac{1}{2}t-\dfrac{1}{4}+\dfrac{1}{4}e^{-2t}, & t \geqq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}$$

(2)　上記(1)で求めた$G(s)$とは異なる伝達関数$G(s)=\dfrac{1}{s^2(s+6)}$に置き換えた場合に，図において，目標値$R(s)$から偏差$E(s)$までの伝達関数を求めよ。

(3)　上記(2)の制御対象$G(s)$を含む図のフィードバック制御系の特性根の二つが，$-1+j\sqrt{3}$と$-1-j\sqrt{3}$となるように，補償器AのパラメータK_1とK_2を求めよ。さらに，このときの残りの特性根も求めよ。

(4)　上記(2)の制御対象$G(s)$を含む図のフィードバック制御系において

ａ．ランプ関数の目標値$r(t)=t$に対する定常速度偏差の大きさが$\dfrac{1}{6}$以下

ｂ．フィードバック制御系が安定

の条件を同時に満たすK_1とK_2の存在範囲を，横軸K_1，縦軸K_2のグラフで図示せよ。