

令和元年度

第 2 種

機械・制御

(第 2 時限目)

答案用紙記入上の重要事項及び注意事項

指示がありましたら答案用紙（記述用紙）2枚を引き抜いてください。答案用紙には、2枚とも直ちに試験地、受験番号及び生年月日を記入してください。

1. 重要事項

- a. 「選択した問の番号」欄には、必ず選択した問番号を記入してください。
記入した問番号で採点されます。問番号が未記入のものは、採点されません。
- b. 計算問題では、解に至る過程を簡潔に記入してください。
導出過程が不明瞭な答案は、0点となる場合があります。

2. 注意事項

- 記入には、濃度HBの鉛筆又はシャープペンシルを使用してください。
- 答案用紙は1問につき1枚としてください。
- 計算問題の答は、特に指定がない限り、有効数字は3桁です。なお、解答以外の数値の桁数は、誤差が出ないように多く取ってください。

例：線電流 I は

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \theta} = \frac{10 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 200 \times 0.9} = 32.075 \text{ A} \quad (\text{答}) 32.1 \text{ A}$$

1線当たりの損失 P_L は

$$P_L = I^2 R = 32.075^2 \times 0.2 = 205.76 \text{ W} \quad (\text{答}) 206 \text{ W}$$

- 記述問題については、問題の要求を逸脱しないでください。
例：「問題文に3つ答えよ。」という要求で、4つ以上答えてはいけません。
- 氏名は記載しないでください。（答案用紙に氏名記載欄はありません。）

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。
なお、この問題冊子についてはお持ち帰りください。

問 1～問 4 の中から任意の 2 問を解答すること。(配点は 1 問題当たり 30 点)

問 1 三相かご形誘導電動機に関して、次の問に答えよ。

定格出力 5 kW，定格電圧 200 V，4 極の三相かご形誘導電動機がある。この電動機を 50 Hz の電源に接続して全負荷運転したとき，速度は 1440 min^{-1} である。また，この電動機の鉄損は 180 W であった。一次巻線の抵抗を r_1 ，一次側に換算した二次巻線の抵抗を r_2' としたとき，それらの比が $\frac{r_1}{r_2'} = \frac{2}{5}$ であった。簡易等価回路を用いて，この電動機の次の値を求めよ。ただし，機械損は無視する。

- (1) 同期速度 [min^{-1}]
- (2) 全負荷時の滑り
- (3) 全負荷時の滑り周波数 [Hz]
- (4) 全負荷時のトルク [$\text{N}\cdot\text{m}$]
- (5) 全負荷時の効率 [%]

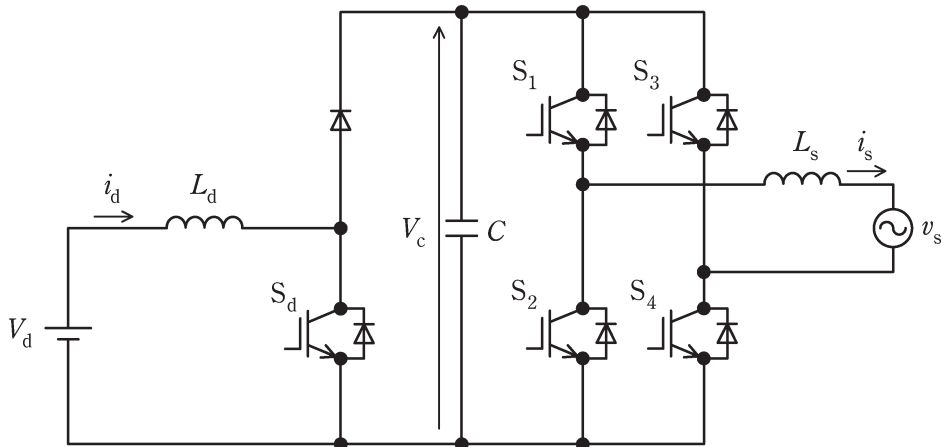
問2 表に示す定格及び特性をもつ2台の三相変圧器A及びBが並行運転をしている。次の問に答えよ。ただし、負荷力率は90%とし、両変圧器の定格一次電圧、定格二次電圧、変圧比、結線、相回転、及び巻線の抵抗と漏れリアクタンスとの比は等しいものとする。また、鉄損は負荷によらず一定とする。

定格・特性	変圧器A	変圧器B
定格容量[MV・A]	20	12
全負荷銅損[kW]	100	75
鉄損[kW]	32	20
百分率インピーダンス[%]	4	5

- (1) 負荷容量を P [MV・A]とするときの変圧器A及びBの各負荷分担 P_A [MV・A]及び P_B [MV・A]について、それぞれを P で表せ。
- (2) 変圧器A及びBの損失をそれぞれ P_{IA} [kW]及び P_{IB} [kW]とするとき、両変圧器の総損失 $P_L = P_{IA} + P_{IB}$ [kW]について、上記の P で表せ。
- (3) 変圧器A及びBを合わせた効率が最大となる負荷の有効電力 P_a [MW]を求めよ。
- (4) 小問(3)のときの効率の最大値 η_m を求めよ。

問3 図は太陽光発電用電力変換器の回路図である。入力電圧は $V_d = 200 \text{ V}$ で、直流インダクタのインダクタンスは $L_d = 1 \text{ mH}$ である。一方、交流系統電圧 v_s は実効値 $V_s = 200 \text{ V}$ 、周波数 50 Hz の正弦波電圧で、交流インダクタ L_s のリアクタンスは $X_s = 3.5 \Omega$ である。直流コンデンサ C は十分に大きく電圧リプルは無視できる。 $S_1 \sim S_4$ 及び S_d のスイッチング周波数は $f_{sw} = 10 \text{ kHz}$ で、スイッチング素子 S_d のデューティ比は $D = 0.5$ 一定とする。インバータは、正弦波 PWM 制御により系統電流 i_s の基本波成分を v_s と同位相に制御するものとする。また、回路素子は全て理想的とし、損失は生じないものとする。次の問に答えよ。

- (1) 出力電力 $P_s = 4 \text{ kW}$ 時の、系統電流 i_s の基本波実効値 I_s を求めよ。
- (2) 出力電力 $P_s = 4 \text{ kW}$ 時の、交流インダクタ L_s に誘起する電圧の基本波実効値、及びインバータ交流端子電圧の基本波実効値を求めよ。
- (3) 出力電力 $P_s = 4 \text{ kW}$ 時に i_s を制御するために必要な直流コンデンサ C の電圧 V_c の条件を示せ。
- (4) 昇圧コンバータが電流連続モードで動作した場合、すなわち入力電流が常に $i_d > 0$ の場合のコンデンサ電圧 V_c を求めよ。
- (5) 電流連続モードの場合、 i_d のリプルのピークピーク値を求めよ。
- (6) 電流連続モードで動作できる出力電力 P_s の条件を示せ。



問4 図のようなフィードバック制御系について、次の問に答えよ。ここで、 $R(s)$ と $Y(s)$ は、それぞれ目標値 $r(t)$ と制御量 $y(t)$ のラプラス変換である。

- (1) 目標値 $R(s)$ から制御量 $Y(s)$ までの閉ループ伝達関数 $W(s)$ を求めよ。
- (2) この閉ループ系の特性根のうちの一つを -1 、 -2 とするためには、 K_1 及び K_2 の値をいくらにすればよいか。また、このときのその他の特性根も求めよ。
- (3) 小問(2)で得られた K_1 及び K_2 を用いて、単位インパルス応答 $y(t)$ を求めよ。

