

「電気機器」 試験問題

平成 22 年 2 月 2 日実施

担当：三浦友史

- 注意： 1) テキスト、自筆ノート、配布のプリントなどの参照不可
2) 問題は裏面にもあるので注意すること
3) 電卓使用不可

1. 直流機について以下の問いに答えよ。(配点 25 点)

- (i) 図 1 に示す直流分巻電動機において、端子電圧は V 、電機子抵抗 r_a 、界磁巻線抵抗は r_f で、定格運転時に回転数 N [rpm] となり供給電流 I が流れたとする。いま、端子電圧は変化せず、トルクが変わらないとして速度を $N/2$ とするために電機子回路に挿入する抵抗 R の値を求めよ (ヒント：電機子電流はトルクが一定ならば変わらない)。
- (ii) 電機子反作用によって生じる問題とその対策について、ひとつ述べよ。

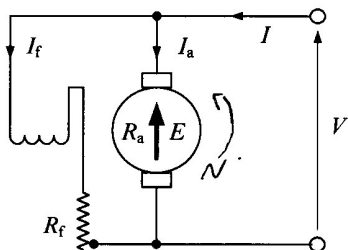


図 1

2. 同期機について以下の問いに答えよ (配点 25 点)

- (i) 円筒形同期発電機について、公称誘導起電力を E_0 、電機子反作用を代表する仮想のリアクタンスを x_a 、内部起電力を E 、電機子漏れリアクタンスを x_l 、電機子巻線の抵抗 r_a 、負荷電流 (電機子電流) を I 、端子電圧を V とした場合の等価回路を描け (各変数を記入せよ)。また、力率 $\cos \phi$ (遅れ) で負荷電流が流れているとした場合のベクトル図を描き、各ベクトルが示す変数 (E_0 , E , I , V) を記せ。また、抵抗による電圧降下 $I r_a$ 、漏れリアクタンスによる電圧降下 $I x_l$ 、電機子反作用による電圧降下 $I x_a$ 、同期リアクタンスによる電圧降下 $I x_s$ 、同期インピーダンスによる電圧降下 $I Z_s$ を示すベクトルを明示せよ。さらに、力率角 ϕ 、内部相差角 (電力相差角、負荷角ともいう) δ を該当する角に記入せよ。
- (ii) 円筒形同期発電機について、巻線抵抗 r_a を無視した場合の同期発電機の出力式 (1 相分) を出力 P 、端子電圧 V 、公称誘導起電力を E_0 、同期リアクタンス x_s 、内部相差角 δ として表せ。また、 δ を横軸、 P を縦軸にとって電力相差角曲線の概形を描け (曲線 A とせよ)。さらにあわせて突極形発電機の場合の電力相差角曲線の概形も描け (曲線 B とせよ)。
- (iii) V 曲線について概形を示し (横軸、縦軸の変数を明記し、力率 1 の曲線と進み・遅れ無効電力の領域を示すこと。また全負荷と無負荷時の曲線を示すこと)、同期調相機についてその機能を簡潔に説明せよ。

3. 変圧器について以下の問いに答えよ。(配点 25 点)

- (i) 巻数比 a 、一次側の巻線の抵抗とリアクタンスをそれぞれ r_1 、 x_1 、二次側の巻線のものを r_2 、 x_2 とし、励磁コンダクタンスを g_0 、励磁サセプタンスを b_0 とする。インピーダンスを負荷を $\dot{Z}_L = r_L + jx_L$ とし、一次側に変換した簡易等価回路の図を描け。
- (ii) g_0 を流れる電流、 b_0 を流れる電流の名称をそれぞれ答えるとともに、それらの電流のもつ物理的意味を簡潔に説明せよ。

(iii) 1.4 kVA、60 Hz、200 V / 100 V の単相変圧器を試験して次の試験結果を得た。

無負荷試験： 一次電圧 $V_1 = 200$ [V]、一次電流 $I_0 = 0.2$ [A]、入力電力 $P_0 = 32$ [W]

短絡試験： 一次電圧 $V_s = 25$ [V]、一次電流 $I_s = 5.0$ [A]、入力電力 $P_s = 75$ [W]

等価回路定数、 g_0 、 b_0 、 r_{12} (一次抵抗と換算された二次抵抗の合成抵抗)、 x_{12} (合成リアクタンス)を求めよ。

4. 誘導機について以下の問いに答えよ。(配点 25 点)

- (i) 4 極、定格 200 V、60 Hz、1710 rpm (rpm: 毎分の回転数)の三相巻線形誘導電動機がある。一次巻線、二次巻線ともに三相で Δ 結線されており、二次側挿入抵抗なしの場合の二次巻線一相あたりの抵抗は $r_2 = 0.04$ [Ω]、始動時の漏れリアクタンスは $x_2 = 0.6$ [Ω]である。一次側のインピーダンスは無視する。また、巻線比(巻線係数と巻数比の積)は $a = 10$ とする。次の値を求めよ。

- (a) 定格運転中のすべり s
- (b) 始動時の二次誘導電圧 E_2 (二次誘導電圧は一次より低くなる)
- (c) 定格運転中の二次誘導電圧 E_{2s}
- (d) 定格運転中の二次周波数 f_{2s}
- (e) 定格運転中の二次回路のインピーダンスの大きさ Z_{2s}
- (f) 定格運転中の二次相電流 I_{2sp}
- (g) 定格運転中の三相分の機械出力 P_M

- (ii) 全負荷(定格負荷)で運転中の 60 Hz、6 極巻線形誘導電動機がある。全負荷速度が 1128 rpm であるとき、一相の二次抵抗 r_2 が 0.02 Ω であるとすれば、全負荷運転速度を 984 rpm とするには、何 Ω の抵抗を二次側に挿入すればよいか。