

第 2 種

機 械

A問題(配点は1問題当たり小問各3点, 計15点)

問1 次の文章は, 三相同期発電機の並行運転に関する記述である。文中の [] に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

仕様及び特性が等しい2台の三相同期発電機SG1及びSG2を並列接続し, 共通の負荷に電力を供給することを考える。速度出力特性がともに等しい垂下特性をもつ原動機で入力を等しく一定として並行運転している場合, 両機の間には横流と呼ばれる循環電流は流れない。このとき, 各発電機の誘導起電力の大きさ, 周波数が等しく, 各発電機の誘導起電力の [(1)] がほぼ一致している。この運転状態からSG1の界磁電流を [(2)] すると, 両機の誘導起電力に差が生じ, これによって両機の間には循環電流が流れる。この電流はSG1の誘導起電力に対しては遅れ, SG2に対しては進みの [(3)] 電流であり, 電機子反作用によってそれぞれの磁束に作用して, 両機の端子電圧が界磁電流の調整前と比べて [(4)] 電圧で平衡を保つように働く。

また, 先の並行運転状態において, 何らかの原因で一方の発電機の回転速度が一時的に変化し, 両機の間には速度差により誘導起電力の間にわずかな位相差が生じて循環電流が流れたとする。この場合の循環電流は, 両機の間で有効電力の授受を行って自動的に両機を同一位相に保つように働く。この場合の循環電流を [(5)] 電流という。

[問1の解答群]

- | | | |
|--------|---------|---------|
| (イ) 消費 | (ロ) 増加 | (ハ) 有効 |
| (ニ) 減少 | (ホ) 無効 | (ヘ) 力率角 |
| (ト) 高い | (フ) 負荷角 | (リ) 低い |
| (ク) 制限 | (ヌ) 同じ | (ル) 位相 |
| (ワ) 制御 | (カ) 同期化 | (エ) 共振 |

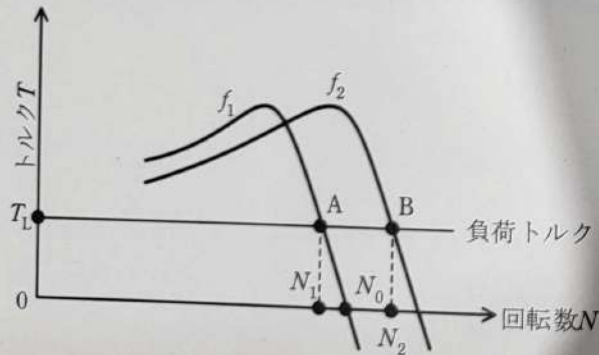
問2 次の文章は、インバータにより V/f 一定制御されている誘導電動機に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

三相誘導電動機は速度制御として PWM インバータを用いた V/f 一定制御が広く用いられている。ここで、 V は電動機の端子電圧、 f は端子電圧の周波数である。V/f 一定制御されている誘導電動機の定常状態のトルク特性が、端子電圧の周波数 f_1, f_2 に対し、図のように与えられている。また、負荷のトルク特性は回転数 N に関わらず T_L 一定で図のように与えられている。このとき、電動機の回転数はそれぞれ、 N_1, N_2 である。今、この電動機が周波数 f_2 にて運転中で、回転数が N_2 のときに、周波数 f_1 に切り換え、 N_1 まで減速して、点 A で負荷トルクと電動機トルクがつりあう。

N_2 からの減速過程のうち、 $N_0 < N < N_2$ では電動機は (1) をするので、電動機は (2) トルクを発生する。これにより減速する回転系としては、軸受の摩擦などを無視すると、この (1) のトルクと負荷トルクの合成が減速トルクとなる。

続いて、 $N = N_0$ まで減速すると、このとき、電動機は (3) で運転しているので、負荷トルクのみが減速トルクとなる。

さらに減速して、 $N_1 < N < N_0$ となると、電動機は (4) をするので、 (5) トルクを発生する。この区間では電動機の発生トルクは負荷トルクより小さいので、負荷トルクから電動機トルクを差し引いた差が減速トルクとして働く。



[問2の解答群]

- | | | |
|----------------|------------|-----------|
| (イ) 逆転運転 | (ロ) 負の | (ハ) 同期速度 |
| (ニ) 逆相動作 | (ホ) 電動機動作 | (ヘ) 逆相 |
| (ト) スイッチング周波数の | (フ) 制動機動作 | (リ) 発電機動作 |
| (ヌ) 拘束状態 | (ル) インバータの | (レ) 高周波の |
| (ワ) 加速動作 | (カ) ゼロの | (エ) 正の |

(1) (2) (3) (4) (5)

問3 次の文章は、計器用変成器に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

交流の高電圧又は大電流を測定する場合、変圧器を用いて計器の測定範囲に適した電圧や電流に変換することがある。これらの変圧器を計器用変成器といい、電圧測定用のものを計器用変圧器(VT, PT)、電流測定用のものを変流器(CT)という。計器用変成器の二次側負荷は計器や継電器などであり、線路の一般的な負荷と区別するためこれを (1) という。

計器用変成器は、等価回路としては普通の電力用変圧器と同じであるが、変圧比及び変流比の精度を良くするためには、高透磁率の鉄心を使用して (2) 電流を小さくするとともに、一次及び二次巻線の巻線抵抗と漏れリアクタンスを極力 (3) くする必要がある。実際の計器用変成器では誤差が含まれるため、公称変圧比又は公称変流比と実際の変圧比又は変流比との差を、実際の変圧比又は変流比で除して百分率で表したものを計器用変成器の (4) という。

変流器の使用中に二次側に接続されている機器を切り離す場合には、まず、変流器の二次端子を (5) するなどの過電圧対策をしておかなければならない。

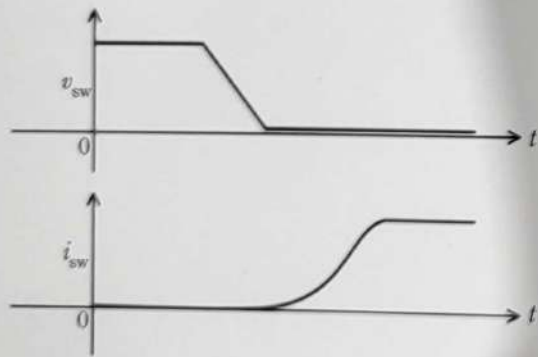
[問3の解答群]

- | | | |
|----------|---------|---------|
| (イ) 短絡 | (ロ) 開放 | (ハ) 負担 |
| (ニ) 励磁 | (ホ) 絶縁 | (ヘ) 負荷 |
| (ト) 等し | (チ) 小さ | (リ) 許容 |
| (ヌ) 抵抗 | (ル) 損失 | (フ) 大き |
| (リ) 相対誤差 | (カ) 比誤差 | (コ) 誤差率 |

問4 次の文章は、パワートランジスタ、パワーMOSFET、IGBT等のスイッチングデバイス(以下、スイッチと略す)の損失に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

スイッチがオン状態の損失をオン損失と呼ぶ。オン状態のスイッチの端子間電圧は理想的にはゼロであるが、実際にはゼロではない。この電圧をオン電圧と呼び、この値が (1) スwitchのオン損失は大きい。一方、スイッチがオフ状態の損失をオフ損失と呼ぶ。オフ状態のスイッチを流れる電流は理想的にはゼロであるが実際にはゼロにならず、微小な (2) が流れる。しかし (2) は非常に小さく、オフ損失はオン損失に比べて十分に小さい。

スイッチのターンオンとターンオフは瞬時に行われることが理想的である。しかし、実際の回路では、スイッチのターンオン・ターンオフ時に、スイッチの端子間電圧とスイッチを流れる電流がともにゼロではない期間が存在し、この期間に生じる損失は (3) と呼ばれる。単位時間あたりの損失は、スイッチのターンオンとターンオフの繰返し周期 (4) 。 (3) を低減する方法の一つが (5) であり、ターンオン時の端子間電圧 v_{sw} と電流 i_{sw} の波形は、例えば、図のようになり、 v_{sw} がオン電圧になった後に i_{sw} が上昇する。



[問4の解答群]

- | | | |
|----------------|---------------|----------|
| (イ) 漏れ電流 | (ロ) が短いほど大きい | (ハ) 大きい |
| (ニ) 遮断電流 | (ホ) が長いほど大きい | (ヘ) 回路損 |
| (ト) スwitchング損失 | (チ) に無関係である | (リ) 強制転流 |
| (ク) 逆電流 | (ル) ソフトスイッチング | (ヲ) 小さい |
| (七) 自然転流 | (カ) ハードスイッチング | (コ) 定常損失 |

B問題 (配点は1問題当たり小問各2点, 計10点)

問5 次の文章は, 室内照明設計に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

室の天井面に複数の照明器具(同一機種のもの)を規則的に配置して, 室内全体の照明を行い, 所望の照度を得ることを考える。 (1) を用いて, 室の作業面の平均照度(設計値) E [lx] は次式によって求めることができる。

$$E = \frac{\Phi N}{A} M U \quad (2)$$

ここで,

E : 平均照度(設計値) [lx] (室の作業面の水平面照度の室内全体の平均)

Φ : ランプ1灯の定格光束 [lm]

N : ランプの灯数

M : (3) (新設時の平均照度に対する, ある一定期間使用した後の平均照度の比。ランプは使用しているうちに光束がしだいに減少し, 照明器具は汚れによって器具効率が低下する。このために, 設計の際に光束にあらかじめ余裕をもたせておくための係数)

A : 室の床面積 [m^2] (室の間口 X [m] と奥行き Y [m] の積)

U : (4) (ランプの光束が作業面に届く割合を表し, 照明器具の配光, 器具効率, 室の寸法 (X と Y), 作業面からランプまでの高さ, 室内面(天井, 壁, 床)の反射率によって決まる係数)

である。

次に, 間口 $X=7m$, 奥行き $Y=14m$ の室を考える。使用する照明器具は天井埋め込み式で, ランプ面と天井面とが一致するタイプのものである。照明器具には1台あたりランプ2灯が取り付けられており, ランプ1灯の定格光束は $\Phi=3500$ lm である。また, この室における, この照明器具の (4) は $U=0.55$ と与えられ, (3) は $M=0.74$ とする。

以上の条件を適用すると, この室の作業面の平均照度(設計値)を 750 lx 以上に保つために最小限必要となる照明器具の台数は (5) 台となる。

[問5の解答群]

(イ) 発光効率

$$(ロ) \frac{\Phi NU}{MA}$$

(ハ) 残存率

(ニ) 照明率

(ホ) 光線追跡法

$$(ヘ) \frac{\Phi NUM}{A}$$

(ヒ) 光束維持率

(フ) 26

$$(リ) \frac{\Phi NM}{UA}$$

(ス) 照射効率

(ヌ) 29

(ル) 逐点法

(セ) 光束法

(カ) 52

(レ) 保守率

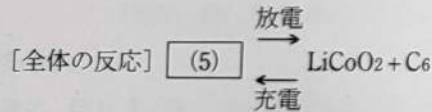
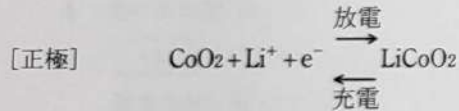
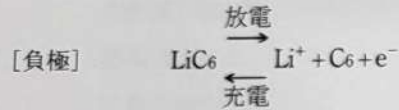
(1) (2) (3) (4) (5)

問6 次の文章は、電池に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

一つの電解質に接した2種類の電極を導線で結ぶと、一方の電極で酸化、もう一方の電極で還元反応が起こる。このように酸化還元反応に伴って (1) エネルギーを電気エネルギーに変える装置を電池(化学電池)という。

リチウムイオン電池は、携帯電話やノートパソコン、電気自動車などさまざまな用途に用いられる小型、軽量で起電力が高い (2) である。代表的なものとして、負極に黒鉛Cに取り込まれたリチウム、正極にはコバルト(III)酸リチウム LiCoO_2 を用い、電解質としてはエチレンカーボネート $((\text{CH}_2\text{O})_2\text{CO})$ などの有機化合物にヘキサフルオロリン酸リチウム (LiPF_6) などの (3) を溶かしたものをを用いたものがある。

放電時には負極の活物質の電子が (4) して Li^+ が生じ、電解質を通り正極内の層間に入る。充放電の反応は次のとおりである。



である。

[問6の解答群]

- | | | |
|----------|-----------------------------------|--|
| (イ) 化学 | (ロ) アルカリ | (ハ) $\text{LiC}_6 + \text{CoO}_2 + \text{Li}^+$ |
| (ニ) 一次電池 | (ホ) クーロン | (ヘ) $\text{LiC}_6 + \text{CoO}_2 + \text{Li}^+ + \text{e}^-$ |
| (ト) 熱 | (フ) $\text{LiC}_6 + \text{CoO}_2$ | (リ) 奪われて酸化 |
| (ヌ) 塩 | (ル) 酸 | (レ) 付加されて酸化 |
| (リ) 二次電池 | (カ) 燃料電池 | (ロ) 奪われて還元 |

(1) (2) (3) (4) (5)

問7及び問8は選択問題であり、問7又は問8のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問7 次の文章は、産業用自動機の制御機器に関する記述である。文中の [] に
当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

予め定められた順序又は手続きに従って、制御の各段階を逐次進めていく制御方式を [(1)] 制御と言い、各種産業の自動機で用いられている。

旧来は、状態記憶を利用した順序回路である [(2)] などで制御を実現していたが、現在では、専用の工業用制御機器である [(3)] を用いるのが主流である。この機器はプログラムにより動作するため、複雑な論理を実現出来ることや配線の変更なしに機能変更ができる利点を持つ。

[(3)] の入力側には操作ボタンや各種センサなどが接続され、出力側には表示灯や各種アクチュエータなどが接続される。この機器は、一般的なパーソナルコンピュータよりも信頼性に優れることより、産業現場の過酷な環境においても活用されている。

プログラムは、旧来のリレー回路をはしご状に接続する表現とした [(4)] の図式により記述されることもあるが、現在では、広範な用途に対応できるよう、各種プログラム記述方法が準備されている。

産業用自動機の中核として用いられる [(3)] が故障した場合でも、安全な状態に移行するよう [(5)] に配慮した装置設計が求められている。

[問7の解答群]

- (イ) セキュリティホール (ロ) フェールセーフ (ハ) フィードバック
- (ニ) 自己保持回路 (ホ) 適応 (ヘ) 分周回路
- (ト) シーケンス (フ) 発振回路 (リ) ブロックダイアグラム
- (ス) ラダー図 (ヌ) 状態遷移図 (七) データバックアップ
- (リ) ナumericalコントローラ
- (カ) プログラマブルロジックコントローラ
- (ヨ) オートマチックステップコントローラ

問7及び問8は選択問題であり、問7又は問8のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問8 次の文章は、誘電加熱に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

誘電加熱は、被加熱物である誘電体を交番電界中に置くことによって誘電体自身が発熱する現象を利用した加熱法である。この発熱は誘電体損と呼ばれている。誘電体に電界が印加されると、誘電体内に (1) を生じる。交番電界の場合には、電界の交番に伴って、 (1) の方向も変化する。交番電界の周波数を上げていくと、交番電界の時間変化に (1) が追いつかなくなり、遅れが生じ始める。この遅れによって誘電体損が生じ、その熱によって誘電体自身の温度が上昇する。

誘電体の電氣的等価回路は抵抗 R と静電容量 C の並列回路で表される。 R 及び C を流れる電流をそれぞれ I_R 、 I_C とすると $\tan \delta = \text{input type="text"/> (2) と表され、 $\tan \delta$ は誘電正接と呼ばれる。また、誘電体の比誘電率を ϵ_r とすると、 $\epsilon_r \tan \delta$ は誘電体の損失係数と呼ばれ、誘電加熱の容易さを判断する目安となる。$

誘電損失係数の大きさは印加する交番電界の周波数に大きく依存する。実際の誘電加熱では、放送などの無線業務の障害となるのを避けるため、使用可能な周波数帯が (3) 周波数帯として定められている。この周波数帯においては、誘電体損を生じる (1) は誘電体を構成する荷電体のうち (4) によるものである。

また、一般に、被加熱物である誘電体は温度上昇によってインピーダンスが変化するるので、誘電加熱装置から被加熱物に電力を効率よく供給するために、高周波発振回路と被加熱物との間に (5) が挿入されている。

[問8の解答群]

- | | | |
|-----------------------|--|-----------------------|
| (イ) 近接効果 | (ロ) イオン | (ハ) 移相回路 |
| (ニ) ISM | (ホ) 誘電分極 | (ヘ) EMS |
| (ト) 電子 | (フ) 整合回路 | (リ) 渦電流 |
| (エ) $\frac{I_C}{I_R}$ | (ル) $\frac{I_R}{\sqrt{I_R^2 + I_C^2}}$ | (レ) $\frac{I_R}{I_C}$ |
| (リ) EMC | (カ) 緩衝回路 | (ロ) 電気双極子 |