

平成 27 年度

第 1 種

電力・管理

(第 1 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）4枚を引き抜いてください。答案用紙には、4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。
- 計算問題において、簡略式を用いても算出できる場合がありますが、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。
- 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4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 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 ランナの直径 D_1 が 0.4 m のフランシス水車で、有効落差 H_1 が 1 m のとき、水車出力 P_1 が 1 kW、使用水量 Q_1 が $0.121 \text{ m}^3/\text{s}$ 、回転数 N_1 が 149.5 rpm のモデル水車（以下水車 A と呼ぶ。）がある。

この水車 A と相似な水車（以下水車 B と呼ぶ。）を、有効落差 H_2 が 121 m、使用水量 Q_2 が $10 \text{ m}^3/\text{s}$ の条件の場所に設置したい。次の問に答えよ。

ただし、水車効率 η [%] は水車 A、水車 B で同一とし、水車 B のランナの直径を D_2 [m]、相似比を k ($k = \frac{D_2}{D_1}$) とする。また、重力加速度 g は 9.8 m/s^2 、水の密度 ρ は 1000 kg/m^3 とする。

- (1) 水車 B の出力 P_2 [kW] を求めよ。
- (2) 水車 B の使用水量 Q_2 [m^3/s] を Q_1 , H_1 , H_2 及び k を用いて表せ。
- (3) 水車 B の出力 P_2 [kW] を P_1 , H_1 , H_2 及び k を用いて表せ。
- (4) 水車 B のランナ直径 D_2 [m] を求めよ。
- (5) 水車 B の回転数 N_2 [rpm] を N_1 , H_1 , H_2 , P_1 及び P_2 を用いて表し、その値を求めよ。

問2 電力流通設備の絶縁協調について、次の問に答えよ。

(1) 絶縁協調の考え方を説明せよ。

(2) 雷過電圧を例にとり、500 kV 送変電設備の絶縁協調を送電設備と変電設備に分けて説明せよ。

a. 送電設備

b. 変電設備

(3) 雷過電圧を例にとり、配電設備と送変電設備との絶縁協調の違いについて説明せよ。

問3 図1及び図2は、電力系統の変圧器タップ動作による電圧不安定現象に関する原理的な説明図である。 E と jX はそれぞれ注目している地点の背後電圧値と短絡インピーダンスであり、負荷は力率100%の静的要素であると考え、等価抵抗 R で表現している。また、図中に示す変圧器の巻数比(1: n)は負荷時電圧調整器によって二次側電圧値 V_2 が低くなると n を上げるように自動制御されていると仮定し、その漏れリアクタンスや励磁アドミタンスは無視できるものとする。 V_1 は変圧器の一次側電圧値である。次の問に答えよ。

(1) V_2 を R 、 X 、 n 、 E を用いて書き表すと、

$$V_2 = \frac{R}{\sqrt{\boxed{}}} E$$

となる。空欄に入るべき式を答えよ。

(2) 上記(1)にて求めた式において、 n 以外のパラメータは全て一定であるとして、 n が変化したときに V_2 がどのように変化するか考える。通常 n を増やすと V_2 は上昇するが、低下する場合が考えられる。それはどのような場合か、 R 、 n 及び X の間で成立する不等式の形で答えよ。

(3) 上記(2)にて求めた条件で、変圧器タップ動作による不安定現象が発生することを説明せよ。

(4) R 以外のパラメータを全て一定に保ったまま R のみを変化させて、 R の消費する電力 P (横軸)と V_2 (縦軸)との間の関係を図示すると図2のような形状となり、 P - V カーブあるいはノーズカーブと呼ばれる。その先端Lが上記(2)で検討した安定性の限界点に対応することを説明せよ。

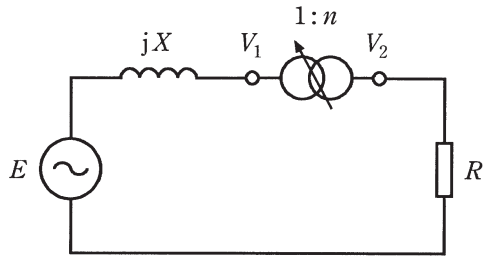


图 1

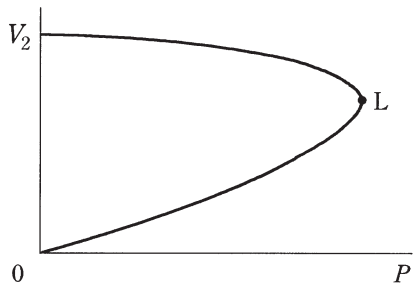


图 2

問4 配電系統の電力品質や需要家に影響を与える恐れのある高調波やフリッカ現象の対策について、次の問に答えよ。

- (1) 需要家に設置される進相コンデンサは、JIS C 4902で直列リアクトルとともに使用することが標準として規定されている。直列リアクトルを設置する理由を二つ説明せよ。
- (2) 高調波対策設備の一つであるLCフィルタについて高調波抑制の原理を説明するとともに、設置に当たり留意すべき点について二つ記載せよ。
- (3) フリッカの対策法について三つ記載せよ。

問5 電力設備における事故などの異常状態を検出し、その部分を系統から切り離すよう指令を出す保護リレーに関して、次の問に答えよ。

(1) 以下に示す具備すべき条件の中から三つを選び説明せよ。

- a. 選択性
- b. 信頼性
- c. 動作感度
- d. 動作速度

(2) 主保護、後備保護について説明せよ。また、超高圧基幹系送電線の主保護リレーにおける信頼性向上のための設置上の配慮事項を説明せよ。

問6 定格出力 200 MW，定格周波数 50 Hz，速度調定率 4.0 %の同期発電機 A と定格出力 100 MW，定格周波数 50 Hz，速度調定率 3.0 %の同期発電機 B とが並列運転可能な電力系統がある。次の問に答えよ。ただし，調速機（ガバナ）の特性は線形であるとし，負荷の周波数特性は無視する。

- (1) 発電機 A のみの運転によって，系統周波数が 50 Hz に保たれているとする。系統負荷が 10 MW 減少したときの，系統周波数の変化を求めよ。
- (2) 発電機 A と発電機 B との並列運転によって，系統周波数が 50 Hz に保たれているとする。系統負荷が 10 MW 減少したときの，系統周波数の変化を求めよ。
- (3) 発電機 A と発電機 B とが並列運転を行っており，系統周波数が 49.9 Hz に保たれているとする。このときの系統負荷の大きさは 250 MW であり，出力分担は発電機 A が 150 MW，発電機 B が 100 MW であった。系統負荷が 200 MW に減少したときの，系統周波数，発電機 A の出力 [MW] ，及び発電機 B の出力 [MW] を求めよ。