

注 意 事 項

- 1 試験開始時刻 14時20分
- 2 試験種別終了時刻

試験科目	科目数	終了時刻
「電気通信システム」のみ	1科目	15時40分
「専門的能力」のみ	1科目	16時00分
「専門的能力」及び「電気通信システム」	2科目	17時20分

- 3 試験種別と試験科目別の問題（解答）数及び試験問題ページ

試験種別	試験科目	申請した専門分野	問題（解答）数					試験問題ページ
			問1	問2	問3	問4	問5	
伝送交換主任技術者	専門的能力	伝送	8	8	8	8	8	伝1～伝15
		無線	8	8	8	8	8	伝16～伝31
		交換	8	8	8	8	8	伝32～伝47
		データ通信	8	8	8	8	8	伝48～伝62
		通信電力	8	8	8	8	8	伝63～伝77
	電気通信システム	専門分野にかかわらず共通	問1から問20まで					伝78～伝81

- 4 受験番号等の記入とマークの仕方

- (1) マークシート（解答用紙）にあなたの受験番号、生年月日及び氏名をそれぞれ該当枠に記入してください。
- (2) 受験番号及び生年月日に該当する箇所を、それぞれマークしてください。
- (3) 生年月日の欄は、年号をマークし、生年月日に1桁の数字がある場合、十の位の桁の「0」もマークしてください。

〔記入例〕 受験番号 01AB941234

生年月日 昭和50年3月1日

受 験 番 号									
0	1	A	B	9	4	1	2	3	4
●	○	●	○	○	○	○	○	○	○
○	●	○	●	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

生 年 月 日									
年	号	5	0	0	3	0	1	日	月
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

- 5 答案作成上の注意

- (1) マークシート（解答用紙）は1枚で、2科目の解答ができます。
「専門的能力」は薄紫色（左欄）、「電気通信システム」は青色（右欄）です。
- (2) 解答は試験科目の解答欄の正解として選んだ番号マーク枠を、黒の鉛筆（HB又はB）で濃く塗りつぶしてください。
① ボールペン、万年筆などでマークした場合は、採点されませんので、使用しないでください。
② 一つの問いに対する解答は一つだけです。二つ以上マークした場合、その問いについては採点されません。
③ マークを訂正する場合は、プラスチック消しゴムで完全に消してください。
- (3) 免除科目がある場合は、その科目欄は記入しないでください。
- (4) 受験種別欄は、あなたが受験申請した伝送交換主任技術者（『伝送交換』と略記）を○で囲んでください。
- (5) 専門的能力欄は、『伝送・無線・交換・データ通信・通信電力』のうち、あなたが受験申請した専門的能力を○で囲んでください。
- (6) 試験問題についての特記事項は、裏表紙に表記してあります。

- 6 合格点及び問題に対する配点

- (1) 各科目の満点は100点で、合格点は60点以上です。
- (2) 各問題の配点は、設問文の末尾に記載してあります。

マークシート（解答用紙）は、絶対に折り曲げたり、汚したりしないでください。

次ページ以降は試験問題です。試験開始の合図があるまで、開かないでください。

受 験 番 号
(控 え)

(今後の問い合わせなどに必要になります。)

解答の公表は1月27日10時以降の予定です。
合否の検索は2月15日14時以降の予定です。

試 験 種 別	試 験 科 目	専 門 分 野
伝送交換主任技術者	専門的能力	通信電力

問 1 次の問いに答えよ。

(小計 20 点)

- (1) 次の文章は、配電線路における電気方式の概要について述べたものである。 内の (ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、 内の同じ記号は、同じ解答を示す。 (2 点×4 = 8 点)

低圧配電線に用いられる電気方式には、単相 2 線式、単相 3 線式、三相 3 線式、三相 4 線式などがある。600 [V]を超え (ア) [V]以下の交流電圧は高圧といわれ、高圧から低圧に変成する場合には、変圧器の高圧側と低圧側の混触による低圧側の (イ) を防止するために、一般に、低圧側の 1 線又は中性線が接地される。

1 線を接地した場合の三相 3 線式 200 V 方式では、各電圧線の線間電圧及び非接地電圧線の (ウ) がともに 200 [V]であり、中性線を接地した三相 4 線式 240/415 V 方式では、各電圧線の線間電圧が 415 [V]、各電圧線の (ウ) が 240 [V]であり、いずれも動力用幹線などで用いられる。電灯やコンセント用に 100 [V]が必要な場合には、別に低圧単相変圧器を用いて確保される。

配電線路で生ずる電圧降下 e [V]は、受電点と負荷接続点の電圧差であり、中性線があるときは電圧線と中性線間について、中性線がないときは電圧線相互間について、一般に、次式で表される。

$$e = K I Z L$$

ここで、 I [A]は線路電流、 Z [Ω/m]は線路 1 線の単位長さ当たりの抵抗、 L [m]は線路長である。また、 K は電気方式によって決まる無名数の定数であり、三相 3 線式の場合は (エ)、三相 4 線式の場合は 1 である。ただし、中性線電流はゼロとする。

〈(ア)～(エ)の解答群〉			
① $\frac{1}{3}$	② $\frac{1}{\sqrt{3}}$	③ $\sqrt{3}$	④ 3
⑤ 3,300	⑥ 6,600	⑦ 7,000	⑧ 10,000
⑨ 地 絡	⑩ 対地電圧	⑪ 電流増加	⑫ 零相電圧
⑬ 相電圧	⑭ 電圧上昇	⑮ 正相電圧	⑯ フラッシュオーバ

- (2) 次の問いの 内の(オ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

単相3線式100/200V方式の特徴について述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (オ) である。

〈(オ)の解答群〉

- ① 100V蛍光灯に対しては、配電用変圧器二次側の1本の電圧線と中性線の2線で電力を供給する。200V蛍光灯に対しては、配電用変圧器二次側の2本の電圧線で電力を供給する。
- ② 力率と容量がそれぞれ等しい2系統の100V負荷に電力を供給する場合、単相3線式100/200V方式は、単相2線式100V方式と比較して、配電線路区間の電圧降下と電力損失を低減することができる。
- ③ 単相3線式100/200V方式において、中性線を通る電流は2本の電圧線を通る電流の和となるため、中性線は電圧線の2倍の電流容量を必要とする。
- ④ 二つの100V系統から容量が異なる二つの負荷系統にそれぞれ電力を供給している場合、中性線が断線故障を起こすと、両系統の負荷電圧の差が拡大することがある。

- (3) 次の文章の 内の(カ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

無瞬断バイパス切換方式の単一UPSの特徴について述べた次の文章のうち、正しいものは、 (カ) である。

〈(カ)の解答群〉

- ① 無瞬断バイパス切換方式において、バイパス回路の電源周波数がUPSの入力許容範囲を超えているときに、UPSが過負荷状態になると、負荷設備への給電に影響を与えることなくUPSからバイパス回路への無瞬断切換が行われる。
- ② 無瞬断バイパス切換方式において、バイパス回路の電源である商用電力や自家発電電力の電圧変動がUPSの入力許容範囲を超えている場合には、同期制御は行われない。この場合、UPSは内部発振器により自律運転を行う。
- ③ 無瞬断バイパス切換方式における切換スイッチには、無瞬断切換を実現するために高速切換が可能な機械式スイッチが用いられる。半導体スイッチは、高速切換は可能であるが、電流容量が小さいため、無瞬断バイパス切換方式における切換スイッチとしては用いられない。
- ④ UPSは、スイッチング素子の過電流耐量により通電電流に制限がある。このため、負荷装置の始動時の突入電流などからUPSを保護するために、過電流を検出すると自動的にバイパス回路に切り換えられる。過渡電流が収束した後のUPSへの切戻しは、一般に、手動で行う必要がある。

- (4) 次の文章の 内の(キ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

並列冗長方式のUPSシステムの構成、動作、特徴などについて述べた次のA～Cの文章は、
 (キ)。

- A 並列冗長方式のUPSシステムにおいて、並列投入前のUPSユニットは、負荷に電力を供給中のUPSユニットと同期運転するために、出力母線の電圧、周波数、位相などの監視を行っている。
- B 並列冗長方式のUPSシステムでは、一般に、全UPSユニットが常用器として並列運転されており、1台のユニット故障が他のユニットに波及することを未然に防止するために、パワーヒューズが各UPSユニットの入力側に直列に接続されている。
- C 並列冗長方式のUPSシステムにおいて、各UPSユニットは、そのユニットが分担すべき有効電力及び無効電力の偏差をとともにゼロにするように自ら制御する。この場合、有効電力の調整は位相をそろえるために出力周波数の微調整によって行い、無効電力の調整は出力電圧の微調整によって行う。

＜(キ)の解答群＞

- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい ③ Cのみ正しい
④ A、Bが正しい ⑤ A、Cが正しい ⑥ B、Cが正しい
⑦ A、B、Cいずれも正しい ⑧ A、B、Cいずれも正しくない

- (5) 次の文章の 内の(ク)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

通信ビルで用いられる交流供給方式と直流供給方式の特徴などについて述べた次のA～Cの文章は、
 (ク)。

- A 直流供給方式には、蓄電池で容易に電力を貯蔵できる、インバータで容易に電圧を変換できるなどの特徴がある。交流供給方式には、変圧器で容易に電圧を変換できるなどの特徴がある。
- B 複数の整流器ユニットで構成される直流供給方式と、複数のUPSユニットで構成される交流供給方式とでは、各ユニットの出力電圧の調整及び横流(ユニット間循環電流)の抑制において、交流供給方式は直流供給方式と比較して、一般に、制御が複雑になる。
- C 交流供給方式では、商用電源をそのまま予備電源として使用することが可能となる場合があるが、直流供給方式では、予備電源を確保しようとする場合、一般に、整流装置、蓄電池などの直流電源装置で構成される予備電源を別に配備しなければならない。

＜(ク)の解答群＞

- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい ③ Cのみ正しい
④ A、Bが正しい ⑤ A、Cが正しい ⑥ B、Cが正しい
⑦ A、B、Cいずれも正しい ⑧ A、B、Cいずれも正しくない

- (1) 次の文章は、インバータから負荷への給電方式について述べたものである。□内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、□内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4＝8点)

常時インバータ給電方式は、インバータを常時運転して負荷に電力を供給する方式であり、独立運転方式と商用同期方式に分類することができる。独立運転方式は、商用同期方式では必須とされる回路である □(ア) のない単純な構成を採っており、商用同期方式と比較して、一般に、電力供給信頼度が低い。商用同期方式では、インバータを商用電源と常に同期をとって運転しており、インバータ側でユニット故障が発生した場合や □(イ) が発生した場合でも、一般に、出力回路を無瞬断で商用電源側に切り換えて負荷への電力供給を継続することが可能である。

常時商用給電方式は、インバータ停止待機方式、インバータ運転待機方式及び □(ウ) 方式に分類することができる。 □(ウ) 方式は、他の二つの方式では必要とされる □(エ) のための複雑な回路が不要であり、他の二つの方式と比較して、一般に、電力供給信頼度が高い。 □(ウ) 方式では、インバータを商用電源と同期運転しており、インバータと商用電源とで負荷を分担することが可能である。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

- | | | | |
|--------|---------|----------|--------------|
| ① 部分並列 | ② 瞬間停電 | ③ 直交変換回路 | ④ 直流スイッチ切換回路 |
| ⑤ 並列給電 | ⑥ 定電力運転 | ⑦ 共通予備 | ⑧ 蓄電池充電状態 |
| ⑨ 切換制御 | ⑩ 定電圧制御 | ⑪ 周波数異常 | ⑫ 蓄電池切換回路 |
| ⑬ 過負荷 | ⑭ 力率制御 | ⑮ 高効率運転 | ⑯ 商用バイパス回路 |

- (2) 次の問いの 内の(オ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

UPSの構成、特徴などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (オ) である。

＜(オ)の解答群＞

- ① UPSにおける蓄電池の接続及び充電の方式には、フロート充電方式、直流スイッチ方式、昇圧コンバータ方式などがある。
- ② UPSシステムに用いられる切換スイッチには、機械式スイッチ、半導体スイッチ及びこれらを組み合わせたハイブリッドスイッチがある。
- ③ 商用電源、インバータ出力及び負荷への出力を絶縁変圧器を介して結合したトライポート方式のUPSは、常時商用給電方式のUPSの中でも、装置構成に共通部分が少ない、切換制御が単純である、サージやノイズの発生が少ないなどの特徴を有しており、大容量向きである。
- ④ コールドスタンバイ方式のUPSは、ホットスタンバイ方式のUPSと比較して、一般に、省エネルギー性に優れている。

- (3) 次の問いの 内の(カ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

インバータの運転方法とその得失などについて述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A 独立運転方式のインバータは、一般に、商用電力を入力とし、それと電圧、周波数、相数などが同じ又は異なる交流電力に変換して出力することができる。この場合、負荷装置が商用電源よりも高品質の交流電力を要求する場合にも対応できる。
- B 商用同期方式の大容量インバータにおいて、インバータ出力から商用バイパス側へ無瞬断同期切換を行う場合、最初に、比較的高速動作で低インピーダンスを特徴とする半導体スイッチによって切り換え、次に、比較的低速動作で高インピーダンスを特徴とする機械式スイッチによって切り換えた後に、速やかに半導体スイッチを開放するという手順を踏む。
- C 商用同期方式のインバータにおいて、商用電源と非同期中に出力回路をインバータ側から商用バイパス側に切り換えると、出力電圧位相が急変し、負荷装置内の変圧器やコンデンサなどに過大な電流が流れたり、負荷装置内の各部の電圧が急激に変化したりすることがある。

＜(カ)の解答群＞

- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい ③ Cのみ正しい
- ④ A、Bが正しい ⑤ A、Cが正しい ⑥ B、Cが正しい
- ⑦ A、B、Cいずれも正しい ⑧ A、B、Cいずれも正しくない

- (4) 次の問いの 内の(キ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

冗長構成のインバータシステムについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (キ) である。

〈(キ)の解答群〉

- ① 並列冗長方式には、それぞれのモジュールインバータの出力間で同期をとりながら商用電源とも同期をとって並列冗長運転する方式があり、この場合には、システム点検時などに、インバータとバイパス回路を無瞬断で手動切換することができる。
- ② 並列冗長方式におけるモジュールインバータの並列運転台数は、理論上、8台が限度である。
- ③ インバータシステムにおいて、複数台の常用系モジュールインバータの各バイパス回路に、特定の1台の予備系モジュールインバータの出力を接続する構成方法は、並列冗長方式といわれる。
- ④ 内部にスイッチング素子を用いたインバータシステムでは、入力力率が低下することは避けられない問題であり、一般に、入力力率は、改善しても80[%]程度が限界であるとされている。

- (5) 次の問いの 内の(ク)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

多重化インバータ方式について述べた次のA～Cの文章は、 (ク) 。

- A 多重化インバータ方式は、複数のインバータユニットで構成され、それぞれのユニットは、入力側で並列に、出力側で直列に接続されている。
- B 多重化インバータ方式では、構成されるインバータユニットの出力電圧波形は、全て同じ周波数で同じ導通時間幅の方形波であり、全て同相となっている。
- C 多重化インバータ方式は、一般に、構成するインバータユニットの数が多いほど、出力電圧波形は正弦波に近くなる。したがって、多重化インバータ方式は、大容量インバータの構成に適している。

〈(ク)の解答群〉

- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい ③ Cのみ正しい
- ④ A、Bが正しい ⑤ A、Cが正しい ⑥ B、Cが正しい
- ⑦ A、B、Cいずれも正しい ⑧ A、B、Cいずれも正しくない

- (1) 次の文章は、スイッチングレギュレータの種類、構成、動作概要などについて述べたものである。□内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、□内の同じ記号は、同じ解答を示す。(2点×4＝8点)

直流安定化電源の一つであるスイッチングレギュレータは、入力と出力の間にスイッチング素子を介在させ、スイッチング素子を交互にオン・オフ動作させて得られた電圧を整流回路、□(ア)回路を経て、安定した直流出力電圧に変換する装置である。

スイッチングレギュレータは、電圧変換の方法などによって□(イ)方式とコンバータ方式に大別できる。□(イ)方式は、出力トランスを使わないため入力と出力の間を電氣的に絶縁できないが、回路をオンボードで構成できる、装置を小型軽量にできる、電圧の降圧だけでなく昇圧や極性変換も行えるなどの特徴を有する。一方、コンバータ方式には、□(ウ)コンバータ、フォワードコンバータ、プッシュプルコンバータなど幾つかの回路形式がある。このうち□(ウ)コンバータは、出力トランスの一次側と二次側が逆極性になっており、他のコンバータと比較して、一般に、回路構成が簡単であるが、□(エ)は低く、小容量向きである。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

- | | | | |
|---------|----------|--------|------------|
| ① 発振 | ② PWM制御 | ③ ロイヤー | ④ 力率改善度 |
| ⑤ インバータ | ⑥ フルブリッジ | ⑦ 駆動 | ⑧ 電力変換効率 |
| ⑨ 電圧安定度 | ⑩ フライバック | ⑪ 平滑 | ⑫ ハーフブリッジ |
| ⑬ ドリフト | ⑭ チョッパ | ⑮ 同期 | ⑯ 負荷変動応答速度 |

- (2) 次の問いの 内の(オ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

ブースタコンバータの動作原理、特徴などについて述べた次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A ブースタコンバータは、数[V]の昇圧電圧を発生させ、それをブースタコンバータの入力電圧に重畳させることにより出力電圧を一定の範囲内に補償するものであり、電圧制御機構が電子回路で構成されているため出力電圧の調整精度が高く、瞬時の電圧変動に対しても安定した直流電力を供給することができる。
- B 商用電源を正常に受電している定常時においては、ブースタコンバータを常時運転すると無効電力を増加させることになるため、ブースタコンバータの全ての機能を停止させている。
- C 蓄電池からブースタコンバータを介して負荷に電力を供給する場合、ブースタコンバータの昇圧機能により蓄電池を放電終止電圧まで使用することが可能となる。

〈(オ)の解答群〉

- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい ③ Cのみ正しい
④ A、Bが正しい ⑤ A、Cが正しい ⑥ B、Cが正しい
⑦ A、B、Cいずれも正しい ⑧ A、B、Cいずれも正しくない

- (3) 次の問いの 内の(カ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

プッシュプルコンバータの動作原理、特徴などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (カ) である。

〈(カ)の解答群〉

- ① プッシュプルコンバータは、一般に、二つのスイッチング素子を相互に逆位相で動作させているため、スイッチング素子の電流容量を同一とすると、一石式フォワードコンバータの定格容量と比較して、大きな定格容量の直流電源装置を実現できる。
- ② プッシュプルコンバータは、スイッチング素子の特性のばらつきによる出力トランスの直流励磁を防止する措置を考慮する必要がある。
- ③ プッシュプルコンバータにおいて、二つのスイッチング素子が同時に導通状態になる現象が発生すると、二つのスイッチング素子が同時刻に逆極性の磁束を発生させ、磁束が打ち消し合って出力トランスの磁気飽和を起こす場合がある。
- ④ フルブリッジコンバータは、ハーフブリッジコンバータと比較して、スイッチング素子に加わる電圧が半分になるため、入力電圧が高い場合への適用に有利である。

- (4) 次の問いの 内の(キ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

フォワードコンバータの動作原理、特徴などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、
 (キ) である。

〈(キ)の解答群〉

- ① フォワードコンバータでは、スイッチング素子がオン状態のときは入力電力が順方向に接続されたダイオードを通して負荷側へ伝達され、オフ状態のときはコンデンサに蓄えられていた電力が逆方向に接続された還流ダイオードを通して負荷側へ伝達される。
- ② フォワードコンバータの出力電圧を制御する仕組みとして、スイッチング素子の周波数を一定にし、1周期中におけるオン時間の占める割合であるデューティ比を変化させる方法がある。この方法はP F M制御といわれる。
- ③ フォワードコンバータにおいて、スイッチング素子を過電圧から保護するためにスイッチング素子に接続されるスナバ回路は、一般に、コンデンサ、抵抗及びダイオードで構成される。この場合に、主回路のスイッチング素子とは別にF E Tを用いてコンデンサの電荷を入力側に回生すれば、コンデンサの電荷の放電に伴う電力損失を少なくすることができる。
- ④ フォワードコンバータにおいて、起動時の電圧の立ち上がりを緩やかにし、電圧の急激な上昇を抑制するために用いられる回路は、クランプ回路といわれる。

- (5) 次の問いの 内の(ク)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

高周波スイッチング整流装置の特徴について述べた次の文章のうち、誤っているものは、
 (ク) である。

〈(ク)の解答群〉

- ① 高周波スイッチング整流装置は、主回路の電圧を高周波でスイッチング制御しているため、商用周波数でスイッチング制御する整流装置と比較して、一般に、急激な負荷電流変動に対して出力電圧変動幅を小さくすることができる。
- ② 定格容量が同じである場合、高周波スイッチング整流装置で用いられる出力トランスは、商用周波数でスイッチング制御する整流装置で用いられる出力トランスと比較して、一般に、巻数や鉄心の断面積が小さく、小型軽量である。
- ③ 高周波スイッチング整流装置の第1整流部では、商用側からの入力電圧を半導体整流素子で整流している。この半導体整流素子を雷サージから保護するために、一般に、半導体整流素子の入力側の線路相互間及び線路と大地間に避雷器が設置される。
- ④ 高周波スイッチング整流装置の第2整流部では、高周波パルス電圧を半導体整流素子で整流している。この半導体整流素子は、その入力側に置かれた高周波トランスによって雷サージから保護されているため、一般に、この半導体整流素子の近傍での避雷器の設置は省略される。

- (1) 次の文章は、通信用自立電源システムの概要について述べたものである。□内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。(2 点×4=8 点)

商用電源の受電が容易でない離島や山間部などにおける通信用自立電源システムとしては、ディーゼル機関発電システム、太陽光発電システム、風力発電システムなどがある。

ディーゼル機関発電システムは、太陽光発電システムや風力発電システムと比較して、一般に、装置が堅牢である、連続して安定した大きな出力が容易に得られる、□(ア)などの特徴がある。

太陽光発電システムは、日射量の変化の影響を受けて太陽電池の出力が不安定となるため、□(イ)と組み合わせることによって、安定した電力を得ている。太陽光発電システムには、システムを独立に運転する非連系システム、通信用直流電源と連系する直流連系システム及び商用電源が確保できる場合に、これと連系する□(ウ)システムがある。

風力発電システムは、発電電力が風速や風向の変化による影響を大きく受けるため、風速に応じてブレードの取り付け角を加減する出力制御、風向にロータの方向を追従させる□(エ)制御などを行って、発電電力の安定化を図っている。

〈(ア)～(エ)の解答群〉

- | | | | |
|---------------|---------------------|--------|------------|
| ① ハイブリッド | ② 一次電池 | ③ ピッチ | ④ 常時商用給電 |
| ⑤ 系統連系 | ⑥ ストール | ⑦ 商用併用 | ⑧ 電力用コンデンサ |
| ⑨ ヨー | ⑩ フラップ | ⑪ 二次電池 | ⑫ 昇圧コンバータ |
| ⑬ ランニングコストが高い | ⑭ 再生可能エネルギーへの依存度が高い | | |
| ⑮ 環境負荷が小さい | ⑯ 制御回路の構成が単純である | | |

- (2) 次の文章の 内の(オ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

太陽電池の種類と特徴などについて述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (オ) である。

＜(オ)の解答群＞

- ① p n 接合型の太陽電池は、p n 接合部に太陽光が当たったときに p 型層に負、n 型層に正の電荷が現れ、両極板間に起電力を生ずる光起電力効果を利用して発電している。
- ② アモルファスシリコン太陽電池は、p 型半導体と n 型半導体の間に i 型半導体(真性半導体)を挟む構造となっている。
- ③ 単結晶シリコン太陽電池は、多結晶シリコン太陽電池と比較して、一般に、製造コストは高いが、電力変換効率が高い。
- ④ 薄膜太陽電池は、バルク型太陽電池と比較して、一般に、光吸収係数の大きい材料を用いており、薄膜太陽電池の厚さはおおむね $1\text{ }\mu\text{m}$ ～数 μm 程度である。

- (3) 次の文章の 内の(カ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

同期発電機の構造、特徴などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (カ) である。

＜(カ)の解答群＞

- ① 同期発電機には、電機子が回転する回転電機子形と、界磁が回転する回転界磁形の2種類がある。いずれの形式にも、電機子巻線から負荷電流を取り出すためにブラシとスリップリングが必要である。
- ② 回転界磁形同期発電機の回転子に整流器を搭載し、その主軸に回転電機子形同期発電機を直結して、この回転電機子形同期発電機で発電した交流電力を整流器で直流に変換して得た直流電力によって、回転界磁形同期発電機を直流励磁する方式は、ブラシレス励磁方式といわれる。
- ③ 高電圧かつ大電流で使用した場合、回転界磁形同期発電機は、回転電機子形同期発電機と比較して、ブラシとスリップリングの間にアークや火花を生じやすく、絶縁強度や機械的強度を保つことにおいて不利になるため、回転界磁形同期発電機は、一般に、低電圧の小容量機として用いられる。
- ④ 回転界磁形同期発電機の界磁の磁極形式には、低速回転型発電機に用いられる円筒形と、高速回転型発電機に用いられる突極形がある。

- (4) 次の文章の 内の(キ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

誘導発電機の構造、特徴などについて述べた次のA～Cの文章は、 (キ)。

- A かご形回転子は、各スロットにそれぞれ1本の銅導体を絶縁せずに挿入し、鉄心の外側でその両端を銅の端絡環に接続したものである。
- B 誘導発電機は、交流の励磁電流を必要とし、かつ、進み力率の負荷に対してのみ電力を供給できる。このため、遅れ力率の負荷に対して電力を供給する必要がある場合には、一般に、同期発電機と並列運転される。
- C 誘導発電機は、主回路で短絡事故が発生した場合、励磁が消失するため、同期発電機と比較して、一般に、短絡電流は小さく、短絡の持続時間は短い。

＜(キ)の解答群＞

- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい ③ Cのみ正しい
④ A、Bが正しい ⑤ A、Cが正しい ⑥ B、Cが正しい
⑦ A、B、Cいずれも正しい ⑧ A、B、Cいずれも正しくない

- (5) 次の文章の 内の(ク)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

電気機器の一般的特性について述べた次のA～Cの文章は、 (ク)。

- A 一つの同期機を発電機又は電動機として動作させる場合、電機子電流の向きと誘導起電力の向きが、同じときは電動機、逆のときは発電機として動作する。
- B 短絡比が大きい同期発電機は、短絡比が小さい同期発電機と比較して、電圧変動率及び安定度が改善され、発電機の運転特性が向上するが、機械が大型化し、鉄損や機械損が増大して、発電効率が低下する。
- C 受電用変圧器において、内鉄形は、一般に、鉄損が大きく、銅損が小さいことから低圧用に適しており、外鉄形は、一般に、鉄損が小さく、銅損が大きいことから高圧用に適している。

＜(ク)の解答群＞

- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい ③ Cのみ正しい
④ A、Bが正しい ⑤ A、Cが正しい ⑥ B、Cが正しい
⑦ A、B、Cいずれも正しい ⑧ A、B、Cいずれも正しくない

- (1) 次の文章は、受電設備として用いられる変圧器の動作原理について述べたものである。
 内の(ア)～(エ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。ただし、
 内の同じ記号は、同じ解答を示す。 (2点×4＝8点)

図は、変圧器の一次側に正弦波交流電源、二次側に抵抗負荷を接続した回路を示したものである。

電源側から巻数 N_1 の一次巻線に正弦波交流電圧 v_1 を入力すると、一次巻線には (ア) 電流 i_0 が流れ、 i_0 によって鉄心中には磁束 ϕ を生じ、一次巻線には v_1 に対抗して誘導電圧 e_1 を生ずる。 ϕ は巻数 N_2 の二次巻線とも鎖交するので、二次巻線には次式で表される誘導電圧 e_2 を生ずる。

$$e_2 = \frac{N_2}{N_1} e_1 \quad (\text{a})$$

変圧器の二次側には抵抗 R の負荷が接続されているため、二次巻線には e_2 を R で除した二次負荷電流 i_2 が流れる。

i_2 による (イ) である $N_2 i_2$ は ϕ を変化させるように作用するが、 ϕ は v_1 によって決まるものであり、 $N_2 i_2$ による磁束の変化分を補うように、一次巻線には次式で表される一次負荷電流 i_1 が電源側から供給される。

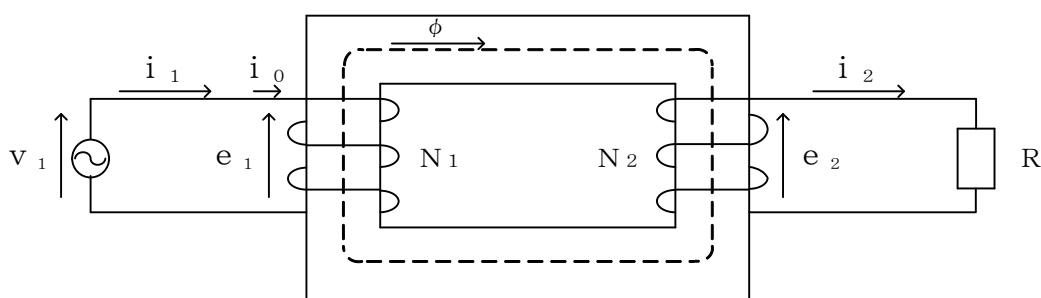
$$i_1 = \frac{N_2}{N_1} i_2 \quad (\text{b})$$

式(a)及び式(b)により、次式が導かれる。

$$e_1 i_1 = e_2 i_2 \quad (\text{c})$$

式(c)は、一次入力電力 $e_1 i_1$ が同じ大きさの二次出力電力 $e_2 i_2$ に伝達されることを示している。

鉄心は磁化特性(磁気飽和特性とヒステリシス特性)を持っているため、 i_0 の波形は正弦波交流波形からは少しひずむ。 i_0 は無効分である磁化電流と有効分である鉄損電流の和として表されるため、 i_0 の位相は v_1 に対して (ウ) からは少しずれる。また、電源側から変圧器の一次側に供給される電力には、 e_1 と i_0 の積で表される電力も含まれており、このうちの (エ) 分は損失となるが、受電用変圧器においては、 (エ) は小さく、定格値でおおむね 98 [%] 以上の電力変換効率が得られる。



<(ア)～(エ)の解答群>

- | | | | |
|----------|-------|--------|--------|
| ① 45度の進み | ② 変位 | ③ 無効電力 | ④ 電磁力 |
| ⑤ 45度の遅れ | ⑥ 電流力 | ⑦ 起電力 | ⑧ 有効電力 |
| ⑨ 90度の進み | ⑩ 渦 | ⑪ 漏れ磁束 | ⑫ 励磁 |
| ⑬ 90度の遅れ | ⑭ 起磁力 | ⑮ 突入 | ⑯ 皮相電力 |

- (2) 次の問いの 内の(オ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

変圧器の特性について述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (オ) である。

〈(オ)の解答群〉

- ① 変圧器の一次電圧を一定としたときにも、内部インピーダンスが存在するために、負荷電流が変動すると二次電圧も変動する。二次電圧の変動の度合いは電圧変動率で評価され、定格二次電圧を V_{2n} 、無負荷二次電圧を V_{20} とすると、電圧変動率 ε は、次式で表される。
- $$\varepsilon = \frac{V_{2n} - V_{20}}{V_{20}} \times 100 \text{ [\%]}$$
- ② 変圧器の損失は無負荷損と負荷損に分類できる。無負荷損の大半は、鉄心を通る磁束が変化することにより発生するヒステリシス損及び鉄心に渦電流が流れることにより発生する渦電流損から成る鉄損である。
- ③ 変圧器の二次側を短絡して一次巻線に流れる電流が定格一次電流と等しくなるように定格周波数の一次電圧を調整したとき、この一次電圧は、インピーダンス電圧といわれる。
- ④ インピーダンス電圧の定格一次電圧に対する比を百分率で表したものは%インピーダンスといわれ、その値が大きいほど二次側の短絡時の電流は小さくなり、配電線路に設置する遮断器の定格遮断容量を小さく抑えることができる。

- (3) 次の問いの 内の(カ)に最も適したものを、下記の解答群から選び、その番号を記せ。
(3点)

配電線路の特性、特徴などについて述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A 配電線路の力率が低下すると、一般に、配電線路区間の電力損失は力率に反比例して増加する。
- B 夜間などの軽負荷時には、進相コンデンサに起因するフェランチ効果により、受電端電圧が上昇することがある。この場合、進相コンデンサを開放することによって、受電端電圧の上昇を抑えることができる。
- C 進相コンデンサに流れる電流は進み電流であるため、この電流がゼロになる時点において開閉装置で進相コンデンサを開放した場合、開閉装置の極間には回路電圧の最大2倍程度の電圧が加わり、再点弧が発生することがある。

〈(カ)の解答群〉

- ① Aのみ正しい ② Bのみ正しい ③ Cのみ正しい
④ A、Bが正しい ⑤ A、Cが正しい ⑥ B、Cが正しい
⑦ A、B、Cいずれも正しい ⑧ A、B、Cいずれも正しくない

- (4) 次の文章は、三相変圧器から誘導性三相平衡負荷に電力を供給する配電系統(負荷回路)において、下記の条件のもとで、力率改善用進相コンデンサを負荷の入力側に並列に接続した場合の効果について述べたものである。 内の(キ)、(ク)に最も適したものを、下記のそれぞれの解答群から選び、その番号を記せ。ただし、 $\sqrt{13} = 3.6$ とし、答えは整数とする。

(3点×2=6点)

(条 件)

- ① 変圧器の定格容量 : 500 [kVA]
- ② 負荷の定格容量 : 300 [kW]
- ③ 負荷の定格力率 : 60 [%]
- ④ 進相コンデンサの定格容量 : 200 [kvar]

- (i) この負荷回路の力率は、進相コンデンサの接続によって、 (キ) [%]に改善される。

〈(キ)の解答群〉

- ① 77 ② 79 ③ 81 ④ 83 ⑤ 85

- (ii) 進相コンデンサを接続した後の負荷回路の線路電流は、進相コンデンサを接続する前と比較して、 (ク) [%]減少する。

〈(ク)の解答群〉

- ① 20 ② 24 ③ 28 ④ 32 ⑤ 36

試験問題についての特記事項

- (1) 試験問題に記載されている製品名は、それぞれ各社の商標又は登録商標です。
なお、試験問題では、® 及び TM を明記していません。
- (2) 問題文及び図中などで使用しているデータは、すべて架空のものです。
- (3) 論理回路の記号は、MIL記号を用いています。
- (4) 試験問題では、常用漢字を使用することを基本としていますが、次の例に示す専門的用語などについては、常用漢字以外も用いています。
[例] ・迂回(うかい) ・筐体(きょうたい) ・輻輳(ふくそう) ・撚り(より) ・漏洩(ろうえい) など
- (5) バイト[Byte]は、デジタル通信において情報の大きさを表すために使われる単位であり、一般に、2進数の8桁、8ビット[bit]です。
- (6) 情報通信の分野では、8ビットを表すためにバイトではなくオクテットが使われますが、試験問題では、一般に、使われる頻度が高いバイトも用いています。
- (7) 試験問題のうち、正誤を問う設問において、句読点の有無など日本語表記上若しくは日本語文法上の誤りだけで誤り文とするような出題はしていません。
- (8) 法令に表記されている「メガオーム」は、「メガオーム」と同じ単位です。
- (9) 法規科目の試験問題において、個別の設問文中の「」表記は、出題対象条文の条文見出しを表しています。
また、出題文の構成上、必ずしも該当条文どおりには表記しないで該当条文中の()表記箇所の省略や部分省略などを行っている部分がありますが、()表記の省略の有無などで正誤を問うような出題はしていません。