

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16 |
| | | 無線 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 伝17～伝32 |
| | | 交換 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 伝33～伝48 |
| | | データ通信 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 伝49～伝64 |
| | | 通信電力 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 伝65～伝79 |
| 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 | 20 | | 伝80～伝84 | | | |

- 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 |
| ● | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ① | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

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

- 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7月13日10時以降の予定です。
 合否の検索は8月1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 | 無線 |

問1 次の問いに答えよ。

(小計20点)

- (1) 次の文章は、デジタル無線通信における多値変復調技術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)

デジタル変調では、一般に、変調信号の情報0と1に対応して、搬送波の振幅、周波数又は位相を変化させる。例えば、2相P S Kでは搬送波の位相を1タイムスロットごとに0 [rad]又は π [rad]のいずれかに変化させることにより、1 [bit]の情報を伝送している。また、復調側で0 [rad]と π [rad]の違いだけでなく、 $\frac{\pi}{2}$ [rad]ごとの位相の違いを弁別できれば、同一タイムスロットで (ア) の情報を伝送できる。このように1タイムスロットで2値より多い情報を伝送する方式は多値変調方式といわれる。

多値化する方法には、振幅、周波数又は位相のいずれかの多値化、又はそれらの組合せが考えられ、位相を多値化する多相P S K、位相が直交する二つの搬送波の振幅を多値化する (イ) などがある。

多相P S Kでは搬送波の位相のみに情報が載せられているので、 (ウ) を用いて搬送波の振幅を一定に保ち、基準位相の搬送波との位相差を検出することにより、雑音による振幅変動の影響を取り除いて検波・復調することができる。

一方、 (イ) はそれぞれ独立して振幅が多値化された直交する搬送波を合成して送信する方法であり、復調する場合には $\frac{\pi}{2}$ [rad]の位相差を利用して分離した後、別々に検波する。この方法は多くの情報を高効率で伝送できるが、レベル変動や雑音の影響を受けやすい。そのため、第3.5世代(H S D P A)以降の携帯電話システムにおいては、受信信号の品質に応じて送信信号の変調多値数と誤り訂正符号の符号化率を動的に変化させる (エ) が用いられている。

<(ア)～(エ)の解答群>

- | | | | |
|------------|-----------|-------------|-------------|
| ① 2 [bit] | ② G M S K | ③ 多値F S K | ④ A S K |
| ⑤ 4 [bit] | ⑥ O F D M | ⑦ A M C | ⑧ 自動周波数制御装置 |
| ⑨ 8 [bit] | ⑩ 遅延検波器 | ⑪ C P F S K | ⑫ 多値Q A M |
| ⑬ 16 [bit] | ⑭ M I M O | ⑮ 周波数通倍器 | ⑯ 振幅制限器 |

- (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)

デジタル変調方式について述べた次のA～Cの文章は、 (オ) 。

- A $\frac{\pi}{4}$ シフトQPSKでは、連続するシンボル間の位相差は、0 [rad]、 $\pm \frac{\pi}{2}$ [rad]又は π [rad]のいずれかとなる。
B GMSKは、入力信号をガウスフィルタで帯域制限した後にMSK変調したものである。
C 64QAMにおける1シンボル当たりの情報(ビット)は、16QAMの場合の2倍である。

〈(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)

デジタル復調方式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 非同期検波方式では、受信信号の周波数や位相を正確に検出するため、検波器の回路構成は、同期検波方式と比較して、複雑となる。
② 包絡線検波方式では、帯域通過フィルタ出力の包絡線振幅の大小のみで送信情報を判定する。
③ 周波数弁別検波方式では、一般に、周波数遷移に反比例した電圧により送信情報を判定する。
④ 同期検波方式では、基準信号として受信信号の周波数又は位相のいずれか一方に同期した信号を用意すればよい。

- (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)

ガウスフィルタ及びナイキストフィルタについて述べた次のA～Cの文章は、 (キ)。

- A ガウスフィルタを用いて周波数利用効率を向上させるために狭帯域化していくと、波形応答特性が劣化して、符号間干渉が発生する。
- B ナイキストフィルタは、T [秒] 間隔でパルスを送信する場合、帯域が $\frac{1}{2T}$ [Hz] より広ければ符号間干渉がゼロとなる無ひずみ条件を満足する。
- C コサインロールオフフィルタは、ナイキストの第1基準を満足する代表的なナイキストフィルタである。

〈(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)

各種変調方式における周波数利用効率などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (ク) である。

〈(ク)の解答群〉

- ① PSKでは、多値数を大きくしていくと、周波数利用効率とともに送信電力効率も向上する。
- ② FSKでは、多値数を大きくしていくと、送信電力効率の向上が図れるが、周波数利用効率は低下する。
- ③ シャノンのチャンネル容量によって与えられる周波数利用効率には、理論上の限界がない。
- ④ 16QAMは、QPSKと比較して、周波数利用効率は低いが、送信電力効率は高い。

- (1) 次の文章は、アンテナなどへの給電線路として用いられる伝送線路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)

無線設備のアンテナなどへの給電線路として用いられる伝送線路のうち、二つ以上の導体から形成され、導体間に電位差を与えて電磁エネルギーを伝送するものに、平行線路、同軸線路及び [(ア)] がある。

平行線路は、複数の導体を平行に配置して構成される伝送線路であり、架空裸線路として [(イ)] 帯までの線状アンテナへの給電線路に用いられる。架空裸線路は、導体を流れる電流の局所的な集中が少なく、 [(ウ)] の充填がないために低損失であるが、外部空間の電磁波からの干渉に弱く、また、外部空間への電磁波の放射が生ずるという問題がある。

同軸線路は、閉じた外導体の中に内導体を配置し、この間に電位差を与えて電磁エネルギーを伝送するため、外部空間への電磁波の放射や、外部電磁界からの干渉はほとんど生じない。同軸線路の特性インピーダンスは、 [(エ)] と絶縁体の比誘電率から正確に求めることができるため、高性能な受動回路素子を構成するのに適している。また、内導体を流れる電流に局所的な集中が少ないため導体損が比較的小さく、内導体と外導体の間を損失の少ない [(ウ)] とすることによって、低損失な伝送線路を実現することができる。

[(ア)] は、回路素子との整合性に優れており、アレーアンテナの給電ネットワークなどに用いられる。

- <(ア)～(エ)の解答群>
- | | | | |
|-----------|-----------|-------|---------|
| ① 極超長波 | ② 誘電体 | ③ 導波管 | ④ 管内波長 |
| ⑤ 光ファイバ | ⑥ 導体の導電率 | ⑦ 長波 | ⑧ 超長波 |
| ⑨ ストリップ線路 | ⑩ 吸収体 | ⑪ 磁性体 | ⑫ 線路の長さ |
| ⑬ 圧電体 | ⑭ 線路の断面寸法 | ⑮ 短波 | ⑯ バラン |

- (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)

マイクロ波回路について述べた次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A バランは、同軸線路などの不平衡回路とダイポールアンテナのような平衡回路を接続する場合に、平衡－不平衡変換を行うために用いられている。
 B サーキュレータは、送信機と受信機でアンテナを共用するための回路に用いられている。
 C フェライト移相器は、経路長の異なる二つの経路を半導体スイッチで切り換えることにより、通過位相を変化させている。

<(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)

導波管の整合回路について述べた次の文章の 内の(A)、(B)に該当する語句の組合せのうち、正しいものは、 (カ) である。

特性インピーダンスがそれぞれ Z_1 と Z_2 である二つの導波管の整合をとる場合、間に挿入する導波管には、長さが (A) で、特性インピーダンスが (B) のものを用いる。

<(カ)の解答群>

- | | (A) | (B) |
|---|---------------------|------------------|
| ① | 管内波長の $\frac{1}{4}$ | $Z_1 + Z_2$ |
| ② | 管内波長の $\frac{1}{2}$ | $Z_1 + Z_2$ |
| ③ | 管内波長の $\frac{1}{4}$ | $\sqrt{Z_1 Z_2}$ |
| ④ | 管内波長の $\frac{1}{2}$ | $\sqrt{Z_1 Z_2}$ |

- (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)

高周波半導体デバイスから発生する雑音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 低周波において、周波数に比例して増加する雑音は、 $1/f$ 雑音といわれる。
- ② 導体中の電荷のキャリアが熱で励起され、不規則振動を起こすために生ずる雑音は、量子雑音といわれる。
- ③ 半導体素子中の電荷のキャリアの不連続性や再結合によって生ずる雑音は、ショット雑音といわれる。
- ④ 超高周波において、不確定性原理に基づいて生ずる雑音は、熱雑音といわれる。

- (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)

方形導波管において、基本モードで伝送する電磁波の周波数が遮断周波数の $\frac{5}{3}$ 倍のとき、特性インピーダンスは (ク) [Ω]となる。ただし、真空の固有インピーダンスは 120π [Ω]とし、答えは整数とする。

<(ク)の解答群>

- ① 194 ② 283 ③ 302 ④ 323 ⑤ 471

- (1) 次の文章は、無線通信のためのMIMO伝送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)

MIMOシステムの送信手法において、各アンテナから送信される信号はストリームといわれ、送信ストリームが一つの場合と二つ以上の場合で効果や用いる技術が異なる。

送信ストリームが一つの場合、MIMOの効果は [(ア)] が改善することである。MIMOチャンネル情報の一部あるいは全てを必要とする送信方式として、アンテナ選択 [(イ)]、最大比合成 [(イ)] がある。また、送信側でMIMOチャンネル情報を必要としない方式としては、 [(ウ)] がある。 [(ウ)] では、送信側の構成は非常に簡単となるが、各送信アンテナから等しい電力で信号を送信するため、送信電力の損失が生ずる。

送信ストリームが二つ以上の場合、空間多重といわれ、MIMOの効果は、 [(エ)] が向上することである。

- <(ア)～(エ)の解答群>
- | | | | |
|------------|----------|---------|---------|
| ① 送信ダイバーシチ | ② 遅延時間 | ③ 伝送レート | ④ DWDM |
| ⑤ クロック精度 | ⑥ OFDM | ⑦ 電力効率 | ⑧ 時空間符号 |
| ⑨ 受信ダイバーシチ | ⑩ ゴールド符号 | ⑪ CDMA | ⑫ 間欠送信 |
| ⑬ 受信時のS/N | ⑭ 指向性利得 | ⑮ 適応変調 | ⑯ レイク受信 |

- (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)

MIMOの特徴について述べた次のA～Cの文章は、 [(オ)] 。

- A MIMOは、マルチパスリッチな環境で高い効果が得られ、到来波が一定方向から集中する環境では、特に高い効果が得られる。
- B 垂直偏波MIMOにおいて、伝搬途中でパスが一つに絞り込まれるような環境では、キーホール効果が生まれ、マルチストリーム伝送ができない。
- C 受信レベルや空間相関の状況に応じて送信ストリーム数を制御することは、キャリアアグリゲーションといわれる。

- <(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)

MIMOシステムの受信手法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 MIMOにおけるマルチストリーム伝送の場合、一般に、空間フィルタリングはMLD(Maximum Likelihood Detection)と比較して、ストリーム検出に必要な処理量は大きい。
- ② 空間フィルタリングにおいては、希望信号にアンテナ放射パターンのメインビームを向け、不要な信号にはアンテナ放射パターンの利得の落ち込み点(ヌル)を向けることにより、空間的な選別を行う。
- ③ アンテナ放射パターンを作るアレイウェイトの決定手法には、サブストリーム干渉を完全に除去するZF(Zero-Forcing)アルゴリズムと、干渉と雑音電力を最小とするMMSE(Minimum Mean Square Error)アルゴリズムがある。
- ④ MMSEアルゴリズムは、雑音も考慮してウェイトを決定しているため、低S/Nの領域では、ZFアルゴリズムと比較して大きいチャンネル容量を確保できる。

- (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)

移動体通信におけるマルチプルアクセス又はアクセス制御について述べた次の文章のうち、誤っているものは、 (キ) である。

〈(キ)の解答群〉

- ① 複数のユーザが無線伝送路を共有して通信を行うことはマルチプルアクセスといわれ、無線伝送路を分割する方法の違いによって、FDMA、TDMA、CDMAなどがある。
- ② TDMAでは、一つの無線周波数の時間軸をフレーム単位で区切り、それをさらに複数のタイムスロットに分割し、各ユーザは異なるタイムスロットを使用する。
- ③ アクセス制御方式には、アロハ方式、スロットアロハ方式、CSMA、ICMAなどがある。
- ④ CSMAでは、基地局がアクセス用チャンネルの使用状況を観測して、アクセスの可否を判断する。

- (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)

移動機の内蔵アンテナとして用いられる板状逆Fアンテナについて述べた次のA～Cの文章は、 (ク) 。

- A 板状逆Fアンテナは、放射板と地板の間に誘電体を挿入することにより、小型化することができる。
- B 板状逆Fアンテナは、放射板と地板の間に挿入する誘電体の誘電率を大きくすると、アンテナのQは小さくなる。
- C 板状逆Fアンテナは、放射板に切り込みを入れることにより、小型化することができる。

〈(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、マイクロ波帯アンテナ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)

マイクロ波帯アンテナの性能を表す主要なパラメータには、利得、指向性、インピーダンス、□(ア)特性などがある。

アンテナの利得は、電波を放射したい方向に、どれだけ放射できるかを示すものであり、対象となるアンテナの放射したい方向における電力密度と、それと同一電力を給電されている□(イ)アンテナの同一距離における電力密度の比と定義され、単位は[dBi]で表される。

アンテナの指向性は、放射電波の強さを放射方向の関数として表したもので、極座標で表すと木の葉(lobe)に似た形となり、最大方向をメインローブ、周辺をサイドローブという。メインローブの放射電力が最大値の半分になる角度範囲を半値角といい、その大きさは、マイクロ波帯円形開口面アンテナの場合、開口径と□(ウ)の比に係数(60～90程度の値)を乗じたものとなる。

アンテナの給電点でのインピーダンスが不整合となっていると、反射が発生し、放射効率低下の一因となる。給電点における入射波と反射波の比を表す反射係数 Γ は、特性インピーダンス Z_0 の給電線に負荷インピーダンス Z_L のアンテナが接続されている場合、 $\Gamma = \square$ (エ)で表される。

アンテナの□(ア)特性は、直線偏波における水平と垂直、円偏波における左旋と右旋という直交する二つの偏波に異なる情報を乗せて送受信する場合に重要となる。送信偏波と同一の偏波である主偏波と、それに直交した偏波との受信電力の比を□(ア)識別度といい、値が高いほど偏波間の干渉が小さくなり多値化された信号でも分離しやすくなる。

<(ア)～(エ)の解答群>

- | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| ① パラボラ | ② 等方性 | ③ 開口角 | ④ 周波数 |
| ⑤ D/U比 | ⑥ セクタ | ⑦ 焦点距離 | ⑧ 波長 |
| ⑨ ダイポール | ⑩ 円偏波 | ⑪ 交差偏波 | ⑫ 楕円偏波 |
| ⑬ $\frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$ | ⑭ $\frac{Z_L + Z_0}{Z_L - Z_0}$ | ⑮ $\frac{Z_0 - Z_L}{Z_0 + Z_L}$ | ⑯ $\frac{Z_0 + Z_L}{Z_0 - Z_L}$ |

- (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)

図1は、45度ファラデー回転子を用いたアイソレータの基本構造を示したものである。ファラデー回転形アイソレータの動作原理などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (オ) である。

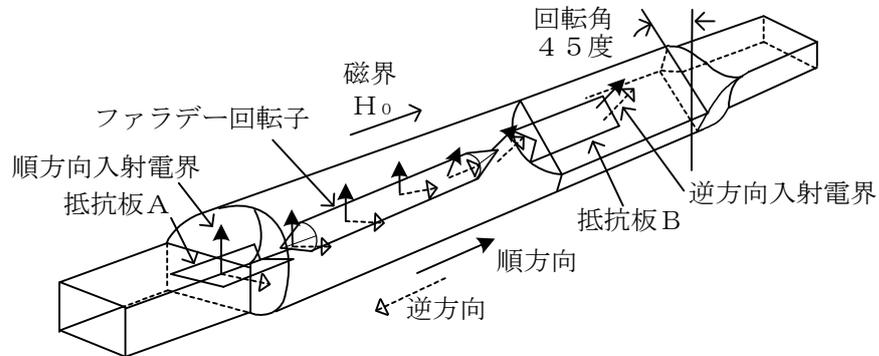


図1

<(オ)の解答群>

- ① 左端の方形導波管から入射し、テーパ導波管によって円形導波管のモードに変換された電磁波の磁界は、抵抗板Aに対して垂直であり、小さな減衰で通過する。
- ② 左端から入射した電磁波は、抵抗板Aを通過後、進行方向に磁化されたファラデー回転子を通り、偏波が進行方向に向かって右方向へ45度回転する。これにより、電界が抵抗板Bに対し垂直となり、小さな減衰で通過し、右端から出力される。
- ③ 右端から入射した電磁波は、抵抗板Bを通過後、進行方向と逆方向に磁化されたファラデー回転子を通り、偏波が進行方向に向かって右方向に45度回転する。これにより、電界が抵抗板Aに対し平行となり、減衰し左端には出力されない。
- ④ ファラデー回転子を通り、電磁波の回転角は、電磁波の周波数に依存し、磁化の強さに比例する。

- (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)

アンテナの指向性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 アンテナの送信指向性と受信指向性は位相も含め等しい。
- ② ビーム形成などを行っていない一般的な軸対称アンテナにおいては、利得が高いほど半値幅は小さくなる。
- ③ パラボラアンテナにおいて、主反射鏡エッジの照射レベルを高くすると主反射鏡からのスピルオーバーによるサイドローブが小さくなる。
- ④ パラボラアンテナにおいて、一次放射器及びその支持柱によるブロッキングはサイドローブの一因となる。

- (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)

円形導波管の特徴について述べた次のA～Cの文章は、 (キ) 。

- A 円形導波管は、方形導波管と同様、電磁界成分のTEM波を伝送しない。
- B 円形導波管のTE₀₁モードでは、周波数が高いほど損失が増加する。
- C 円形導波管の基本モードはTE₁₁モードであり、方形導波管のTE₁₀モードに似た電磁界分布となっている。

〈(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)

図2に示すマジックTの動作などについて述べた次の文章のうち、正しいものは、 (ク) である。

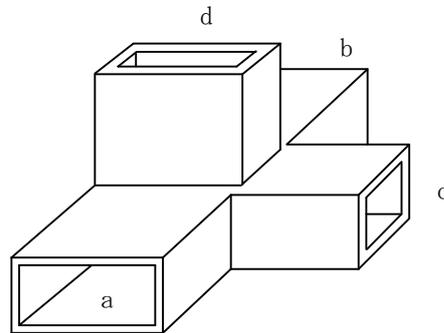


図2

<(ク)の解答群>

- ① マジックTは、開口部 a、b 及び c で構成される E 面分岐と、開口部 a、b 及び d で構成される H 面分岐を組み合わせた構造である。
- ② 開口部 c から TE₁₀モードの電磁波を入力した場合、開口部 a と b の出力は逆相の TE₁₀モード、開口部 d の出力は TMモードとなる。
- ③ 開口部 a と b に互いに逆相の電磁波を入力した場合、開口部 c には出力されるが、開口部 d には出力されない。
- ④ マジックTは、4 開口素子であり、4 端子対回路網の等価回路で表すことができる。

- (1) 次の文章は、衛星通信システムにおける回線設計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)

衛星通信システムにおける回線設計は、通信システムを構成する送受信局のアンテナ規模、送信出力電力、衛星搭載機器などの要求値を求めるために行われる。

回線設計におけるアンテナの特性で最も重要なものは、アンテナ利得である。地球局送信系の性能を表す指数として用いられる、送信機出力電力 P_t と送信アンテナ利得 G_t の積 $P_t G_t$ を□(ア)という。

受信アンテナ利得を G_r 、送信電波の波長を λ 、送受信アンテナ間の距離を d とすると、受信可能な最大電力 P_r は□(イ)により、次式で表される。

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi d)^2}$$

なお、 $\frac{(4\pi d)^2}{\lambda^2}$ は自由空間伝搬損失といわれる。

受信系の性能を表す指数として受信アンテナ利得と受信システムの雑音温度との比である G/T が用いられ、雑音温度には受信システムの□(ウ)が用いられる。

システム内における干渉雑音として、スプリアス雑音、□(エ)などがある。スプリアス雑音は、非線形回路によって発振周波数の高調波が発生し、雑音として信号品質を劣化させる。□(エ)は、多数の信号を一つの増幅器で同時に増幅するとき、増幅器の非直線性により発生し、信号に比較的大きな干渉を与える。

<(ア)～(エ)の解答群>

- | | | | |
|------------|----------|---------|--------|
| ① 等価入力雑音温度 | ② 飽和温度 | ③ エコー干渉 | ④ 利得係数 |
| ⑤ プランクの法則 | ⑥ スネルの法則 | ⑦ ガウス分布 | ⑧ PFD |
| ⑨ フリスの伝達公式 | ⑩ 天空雑音温度 | ⑪ 雑音指数 | ⑫ EIRP |
| ⑬ 相互変調雑音 | ⑭ 符号化雑音 | ⑮ 異偏波干渉 | ⑯ 絶対利得 |

- (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)

衛星通信の回線品質について述べた次のA～Cの文章は、 (オ) 。

- A 衛星通信の回線品質を劣化させる要因は、搬送波の減衰による影響を受けない定常劣化成分と減衰による影響を受ける変動劣化成分に分類される。
- B 定常劣化成分は、降雨、降雪などによる搬送波の減衰の影響を受けない劣化成分であり、熱雑音、エコー干渉などがある。
- C 変動劣化成分は、伝搬変動の影響を受ける成分であり、スプリアス干渉、異偏波干渉などがある。

〈(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)

通信衛星の姿勢制御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 通信衛星の姿勢安定方式は、通信衛星の静止する経度位置を所定の範囲内に制御するための方式であり、スピン安定方式、三軸姿勢制御方式などが用いられている。
- ② スピン安定方式は、衛星本体を回転軸のまわりに回転させることで発生する大きな角運動量により姿勢の安定を保つ方式である。
- ③ 三軸姿勢制御方式は、ホイールの回転による角運動量で衛星の姿勢を安定に保つ方式であり、基準軸には衛星進行方向、軌道面に垂直な方向及び太陽方向の三つの軸が用いられる。
- ④ 三軸姿勢制御方式は、大型の太陽電池パネルが衛星の姿勢の安定に寄与するため、スピン安定方式と比較して制御が容易である。

- (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)

海面反射フェージングについて述べた次のA～Cの文章は、 (キ)。

- A 海面反射フェージングは、船舶地球局が衛星からの直接波だけでなく海面における反射波も受信し、合成後のレベルが変動するマルチパスフェージングである。
B アンテナに入射する海面反射波は、波浪による船舶の動揺や海面レベルの変動により、その位相と振幅が刻々と変化する。
C 海面反射フェージングの影響は、衛星方向の仰角が大きくなるほどフェージングの深さが大きくなる。

<(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)

海事衛星の回線設計において、所要回線品質(搬送波電力対雑音電力密度比C/N₀)が52 [dB·Hz]であり、かつ、次の条件が与えられるときの、船舶地球局に向けた当該回線の所要衛星送信電力P_tは、 (ク) [dBW]である。ただし、海面反射によるフェージングの影響は無視できるものとする。

(条件)

- ① 衛星送信アンテナ利得G_{at} : 32 [dBi]
② 衛星～船舶地球局間伝搬損失L : 188 [dB]
③ ボルツマン定数k : 1.38 × 10⁻²³ [J/K]
(10 log₁₀ k = -228.6 [dB])
④ 船舶地球局のG/T : -10 [dB/K]

<(ク)の解答群>

- ① -30.6 ② -10.6 ③ 10.6 ④ 30.6

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) ・管体(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ありません。
- (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ありません。