

注 意 事 項

- 試験開始時刻 14時20分
- 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 |

- 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30 |
|           |              | 交換        | 8       | 8  | 8  | 8       | 8  | 伝31~伝45 |
|           |              | データ通信     | 8       | 8  | 8  | 8       | 8  | 伝46~伝60 |
|           |              | 通信電力      | 8       | 8  | 8  | 8       | 8  | 伝61~伝74 |
| 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75~伝78 |    |         |

- 受験番号等の記入とマークの仕方

- 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。
- 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。
- 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 | 年 | 0 | 3 | 月 | 0 | 1 |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ○       | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

- 答案作成上の注意

- 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。
- 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。  
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。  
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。  
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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。

- 合格点及び問題に対する配点

- 各科目の満点は100点で、合格点は60点以上です。
- 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<br>(控え) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

(今後の問い合わせなどに必要になります。)

| 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、電波伝搬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)

自由空間に置かれたあらゆる方向に一様に電波を放射する□(ア)アンテナから電力 $P_t$  [W]の電波を放射した場合、半径 $d$  [m]の球面上における電力束密度 $P_u$  [W/m<sup>2</sup>]は、□(イ)で表され、距離によって減衰する。

電力束密度 $P_u$ は、実際の伝搬の状況を的確に表す指標ではない。電力束密度 $P_u$ とは別に、伝搬の状況を表す指標として伝搬損失が用いられ、送信電力 $P_t$  [W]と受信電力 $P_r$  [W]の比から求められる。特に、大地反射などのない自由空間における伝搬損失は自由空間伝搬損失といわれ、送受信アンテナ間の距離が2倍になると、自由空間伝搬損失は□(ウ)倍になる。

送信及び受信アンテナの□(ア)アンテナに対する利得をそれぞれ $G_t$ 及び $G_r$ 、送信電力を $P_t$  [W]、自由空間伝搬損失などを含む送受信アンテナ間の損失を $L_p$ とすると、受信電力 $P_r$  [W]は $P_r = \frac{P_t G_t G_r}{L_p}$ で表される。

また、送信電力 $P_t$  [W]に送信アンテナの利得 $G_t$ を乗じた電力は□(エ)といわれる。

| <(ア)~(エ)の解答群>              |                   |                     |                  |
|----------------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| $\frac{P_t}{4\sqrt{2}d^2}$ | $\frac{P_t}{d^2}$ | $\frac{3P_t}{4d^3}$ | $\frac{P_t}{2d}$ |
| RSSI                       | パラボラ              | S/N                 | XPD              |
| ストリップ                      | 等方性               | ダイポール               | e.i.r.p.         |

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

図1に示すように、マイクロ波の伝搬路の中心線と障害物の間隔をクリアランスとしたとき、クリアランスについて述べた次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A 障害物が送受信点の中間地点から離れるほど、大きなクリアランスを確保する必要がある。
- B 電波の周波数が高いほど、必要なクリアランスは小さくなる。
- C 送受信点の中間地点では、送受信点間の距離が離れているほど、クリアランスを大きくとる必要がある。

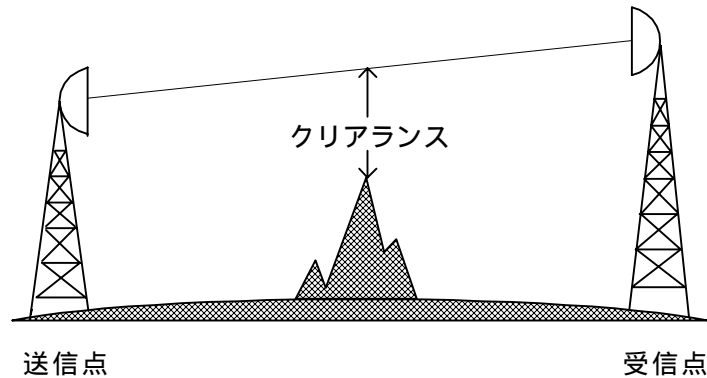


図1

- <(オ)の解答群>
- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | 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)

送受信アンテナ間の伝搬距離が20 [km] のとき、自由空間伝搬損失を算出したところ128 [dB] となった。このときの周波数は、 (カ) である。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.3$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} = 0.5$  とする。

- <(カ)の解答群>
- |           |           |         |
|-----------|-----------|---------|
| 300 [MHz] | 600 [MHz] | 1 [GHz] |
| 3 [GHz]   | 6 [GHz]   |         |

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

図2に示すマイクロ波の見通し内伝搬について述べた次のA～Cの文章は、 (キ)。

- A 路程差は、送信アンテナ高  $h_1$ 、受信アンテナ高  $h_2$  及び両アンテナ間の距離に反比例する。  
 B 反射波は、直接波に対して路程差分の遅れ及び大地反射による位相ずれが生じ、受信点では、直接波と反射波のベクトル和に相当する受信電界が誘起される。  
 C 大地反射波による位相のずれの大きさは、反射面の質(大地の比誘電率、導電率)、接地角及び偏波によって決まる。

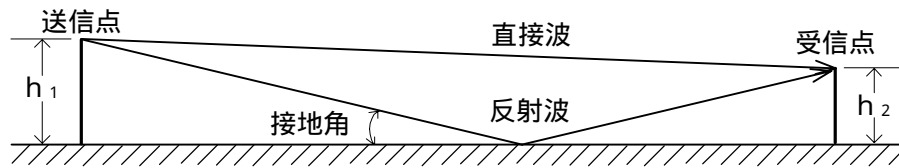


図 2

<(キ)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない |         |

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

見通し内伝搬におけるハイトパターン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>

- ハイトパターンは、修正屈折指数の垂直分布曲線のことで、標準形、接地形、離地形などがある。  
 受信点における受信波のハイトパターンのピッチは周波数が低いほど短くなる。  
 大地の反射係数の絶対値が大きいほど、受信地点の高さの変化に対するハイトパターンの変動は小さい。  
 ハイトパターンは、回線品質を向上させるためにアンテナを複数使用する空間ダイバーシチ構成における受信時のアンテナ間隔設計に用いられる。

- (1) 次の文章は、マイクロ波・ミリ波集積回路などで用いられる平面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)

代表的な平面伝送線路には、マイクロストリップ線路、□(ア)線路、スロット線路などがある。マイクロストリップ線路は、誘電体基板の片面に□(イ)導体を設け、もう一方の面に細い金属の導体をエッチング技術などにより設けたもので、誘電体としては、テフロン、石英、アルミナなどが用いられ、MMICを構成する場合には、これが半導体(GaAs、InPなど)となる。

マイクロストリップ線路は、単純な伝送線路のほかに、様々に形状を変え、キャパシタ、インダクタ、帯域通過フィルタ、方向性結合器などとして機能する平面回路を実現することができる。

□(ア)線路は、誘電体基板の片面に細い中心導体とそれを挟むように□(イ)導体を設けたもので、マイクロストリップ線路と比較して、□(イ)導体が信号線路と同じ面にあるので、FETなどの半導体デバイスの装着が便利であるなどのメリットがある。

スロット線路は、誘電体基板の片面の導体に細いスロットを設けたもので、放射損が大きい欠点があるが、これを□(ウ)又は1波長の共振器とし、マイクロストリップ線路又は□(ア)線路を用いて給電したスロットアンテナは、パッチアンテナと比較して、広帯域で□(エ)偏波特性が優れているという利点があり、ミリ波帯の集積アンテナには適した構造である。

<(ア)～(エ)の解答群>

|                  |     |       |     |
|------------------|-----|-------|-----|
| 2波長              | スタブ | インシュラ | 半波長 |
| 直線               | 3波長 | 交差    | 円   |
| スラブ              | 絶縁  | コプレーナ | 楕円  |
| $\frac{1}{3}$ 波長 | 接地  | イメージ  | バラン |

- (2) 次の問いの  内の(オ)に適したものを、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 マジックTはE面分岐とH面分岐を合成したものとみなせるが、E面分岐ポートは両端から同相で入力した場合に出力が現れ、H面分岐ポートは両端から逆相で入力した場合に出力が現れる。
- B 方向性結合器として利用されるものに、二つの十字形結合孔により直交する二つの導波管を結合したものがある。この構造では、結合孔間の伝搬位相差を利用していないため、その特性は広帯域である。
- C アイソレータとして、進行方向に励磁したフェライト素子を通過させて電波の励振方向を回転させ、方向によって電波の励振方向が異なるようにし、励振方向に平行に抵抗板を設けることにより、通過阻止方向の電波のみを吸収する構造のものがある。この電波の励振方向を回転させる現象はマクスウェル回転といわれる。

<(オ)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない |         |

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

マイクロ波帯で用いられる導波管について述べた次の文章の  内の、 に該当する組合せのうち、正しいものは、 (カ) である。

マイクロ波帯で導波管を給電線に用いるとき、伝搬する周波数が高くなるほど、一般に、減衰量が大きくなるが、 導波管を用いて、 モードで伝搬するときには、伝搬する周波数が高くなるほど減衰量が小さくなる。

<(カ)の解答群>

- |    |                  |
|----|------------------|
| 円形 | TE <sub>01</sub> |
| 方形 | TE <sub>01</sub> |
| 円形 | TM <sub>01</sub> |
| 方形 | TE <sub>10</sub> |
| 円形 | TE <sub>11</sub> |

- (4) 次の問いの  内の(キ)に適したものを、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>

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。

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。

半導体素子中の電子や正孔など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。

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の F E T の性能を示す指標について述べた次の A ~ C の文章は、 (ク) 。

- A 電流利得が 1 となる周波数は、遮断周波数といわれる。  
B 高周波ソース電流に対する高周波ドレイン電流の比は、電流利得といわれる。  
C 入出力ともインピーダンス整合をとった場合に、F E T に入力する電力に対する負荷インピーダンスに出力する電力の比は、最大有能電力利得といわれる。

<(ク)の解答群>

A のみ正しい                      B のみ正しい                      C のみ正しい

A、B が正しい                      A、C が正しい                      B、C が正しい

A、B、C いずれも正しい                      A、B、C いずれも正しくない

(1) 次の文章は、移動体通信に用いられるGMSK変調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。

(2点×4=8点)

移動体通信方式においては、フェージングによって隣接チャネルの受信レベルが希望波レベルよりも大幅に大きくなることもある。狭帯域な変調方式を用いることによって隣接チャネル間干渉を抑圧しようとする場合に有効なデジタル変調方式の一つにGMSK変調方式といわれるものがある。

GMSK変調方式は、変調指数が□(ア)のCPFSKであるMSK変調方式の狭帯域化を進めたもので、定包絡線信号のため非線形伝送路に強いという特徴を有する。

GMSK変調方式では、両極性の□(イ)符号を□(ウ)フィルタに通してから、周波数変調を行うことにより、位相が連続的に変化することになり、狭帯域化を実現することができる。このようなGMSK変調方式では、□(エ)が一定であるため、送信電力効率が優れている。

<(ア)~(エ)の解答群>

|      |        |        |         |
|------|--------|--------|---------|
| 0.25 | CM I   | 変調波の振幅 | ハイパス    |
| 0.5  | 搬送波の位相 | バタワース  | NR Z    |
| 2    | チェビシェフ | R Z    | 変調波の周波数 |
| 3    | ガウス    | 変調波の位相 | AM I    |



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

スペクトル拡散通信の特徴的な機能などについて述べた次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A 直接拡散のスペクトル拡散変調では、情報に拡散符号を乗算してから、PSKなどの変調を行う。
- B スペクトル拡散通信で送られた情報は、受信側が送信側と共通の符号を持っていないと取り出せないため、拡散符号を暗号性の高い符号にしたり、随時更新したり、長い符号長を用いるなどにより、第三者による解読を困難なものにすることができる。
- C 拡散利得が大きいほど混信波成分を排除しやすいが、雑音やマルチパスなどの妨害の影響を受けやすい。

<(オ)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない |         |

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

スペクトル拡散に利用する符号系列に必要な条件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>

- 直接拡散方式に用いられる符号には、PN符号やGOLD符号がある。
- 拡散符号のオフセット成分の条件として、符号1周期中の0と1の出現回数の差は、2以上である。
- 拡散符号の相関に関する条件として、自己相関は原点で1、原点以外では $-\frac{1}{N}$  (N：符号長)又は0である。
- n段のシフトレジスタから生成されるM系列の周期は、 $2^n - 1$ である。

- (4) 次の問いの  内の(キ)に適したものを、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ハンドオーバ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>

セルの境界は、不規則な形状であり、セルの境界付近では、複数の基地局の電波が変動しながら重なり合っている。ハンドオーバは、このような変動特性の中で最も受信品質の良い基地局を移行先の基地局として選択して接続する処理である。

ハンドオーバは、ハンドオーバ元及びハンドオーバ先の基地局が、ハンドオーバ開始の指令を受けたとき、ハンドオーバ元の基地局が回線を解放すると同時に、ハンドオーバ先の基地局が回線の接続を行う一種のサイトダイバースチである。

ハンドオーバの制御手順には、すべて移動機主導形が使用されており、移動機では、常時通信中以外の複数の基地局から送信される通話信号の受信レベルを監視、比較しているため、受信レベルが劣化した時点で移行先のセルを判定することができる。

ハンドオーバはハンドオフともいわれ、大別して、ハードハンドオフとソフトハンドオフがある。CDMAセルラシステムのソフトハンドオフでは、同一周波数を使用するため、ハンドオフ時に同時に複数の基地局と通信することができ、安定した通信が可能となる。

- (5) 次の問いの  内の(ク)に適したものを、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接続技術について述べた次のA～Cの文章は、 (ク) 。

- A 移動機が在圏している制御エリアにおいて、HLR(Home Location Register)へ常にアクセスして端末の加入者情報を取得するHLR固定方式と、最初の位置登録要求を行うときに、在圏交換機のVLR(Visitor Location Register)に端末の加入者情報をコピーし、その後のサービス要求では、HLRにアクセスしないVLR張出方式がある。
- B HLR固定方式では、移動端末に対する移動先の在圏交換機による発着信接続処理が発生しない場合でも、在圏状態となれば、HLRからの加入者情報が必要となる。
- C 交換機の制御エリアが小さい都市部ほど、移動端末が異なるエリアをまたいで移動する機会が多くなるため、HLR固定方式よりもVLR張出方式の方が有利となる。

<(ク)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない |         |

(1) 次の文章は、地上固定無線通信におけるフェージング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)

マイクロ波帯の電波伝搬において、伝搬変動によって引き起こされた受信電界の時間的変動は、一般に、フェージングといわれる。対流圏における見通し内の地上固定無線通信回線では、このフェージングは、内陸部より海岸部及び海上で、また、  (ア)  ほど発生しやすい。晴天時のフェージングは、発生要因によりK形フェージングとダクト形フェージングに分類される。

K形フェージングは、主に大地反射波との干渉、大地による回折に起因するレベル変動であり、大気  (イ)  の変化に対応して変動する。

ダクト形フェージングは、ラジオダクトの発生に起因して生じ、受信点が直接電波の届かない領域にある場合は  (ウ)  性の変動が、受信点が複数の電波が到来する領域にある場合は干渉性の変動が、単独又は重畳して発生する。

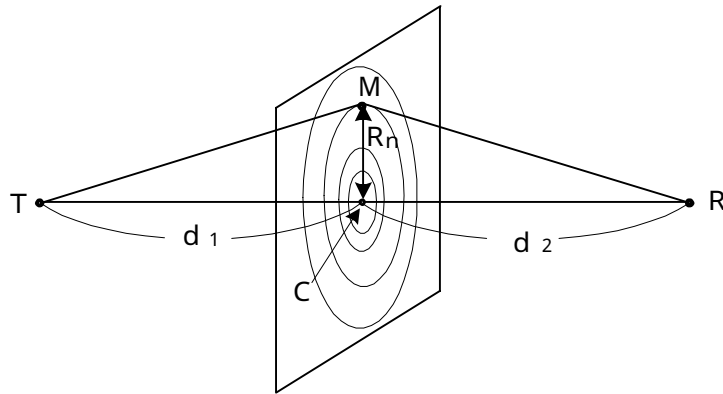
K形及びダクト形フェージングにおいては、受信点が複数の電波の到来する領域にある場合、到来電波が互いに干渉し、振幅-周波数特性に谷(ノッチ)が現れることにより伝搬ひずみが生じ、デジタル無線通信回線では  (エ)  を発生することとなる。

<(ア)～(エ)の解答群>

|        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| 減衰     | 大気雑音   | 伝搬路が長い | 透過率    |
| 増幅     | 反射率    | 符号誤り   | 均一     |
| 周波数が高い | 飽和     | 水蒸気圧   | 周波数が低い |
| 熱雑音    | 伝搬路が短い | 周波数拡散  | 屈折率    |

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

フレネルゾーン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>

波面上の各点は新しい波動の中心(波源)となり、それぞれ2次波を出し、これらの2次波の包絡面が次の波面を構成する。このように波の伝搬をとらえた考え方は、ホイヘンスの原理といわれる。

図に示すように、送信点をT、受信点をR、MをTR間にあるC点を含む垂直面内にある点とし、電波の波長を  $\lambda$  で表すとき、T及びRを焦点とする回転楕円体群のうち次式を満たすものは第nフレネル楕円体といわれる。

$$TM + MR - TR = \frac{n\lambda}{2}$$

図に示すように、TC間の距離を  $d_1$ 、RC間の距離を  $d_2$ 、波長を  $\lambda$  で表すとき第nと第n-1フレネル楕円体に囲まれる帯状のゾーンは第nフレネルゾーンといわれ、第nフレネル楕円体の半径  $R_n$  は次式で表される。

$$R_n = \sqrt{\frac{n\lambda(d_1 + d_2)}{d_1 d_2}}$$

見通し内通信では、一般に、低次のフレネルゾーン内に遮蔽物が入らないように伝搬路を設定する必要がある。

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

(3点)

フェージングについて述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A 反射又は屈折により経路長の異なる複数の電波を受信することにより、その位相差によって合成波の電界強度や振幅・遅延特性が変動する現象は、回折性フェージングといわれる。
- B 大気の屈折率勾配が逆転するようなダクトにより電波が発散・収れんすることに起因して電波の不達領域が形成されて発生する現象は、減衰性フェージングといわれる。
- C 伝搬路上の雨、雪、霧などによる吸収・散乱のために電波が減衰する現象は、吸収性フェージングといわれる。

<(カ)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない |         |

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

ダイバシチブランチの信号を合成する方法について述べた次のA～Cの文章は、 (キ)。

- A 選択合成法は、複数のブランチの中から受信レベルが最も高いブランチを選択し、切り替える方法であり、切替時に位相などを合わせるための制御回路が不可欠である。  
B 等利得合成法は、複数のブランチ間の信号を等利得で位相が同相になるように位相調整を行った後に合成する方法である。  
C 最大比合成法は、受信信号の振幅と位相の両方を調整して合成し、S/Nが最大となる出力を得る方法である。

<(キ)の解答群>

- |              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない |         |

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

ラジオダクトの発生原因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>

ラジオダクトは、標準大気とは異なり、低層の大気が高層の大気と比較して高温になったときに発生する。

ラジオダクトは、夜間において、大気の温度が放射冷却により大地より早く下がるため、地表面付近に温度逆転が起きたときに発生する。

ラジオダクトは、海岸地方において、昼間の湿気を含む陸風や夜間の海風により発生する。

ラジオダクトは、高気圧圏からの下降気流により乾燥した冷気が、蒸発の盛んな空気に近づき、湿度が不連続になったときに発生する。

- (1) 次の文章は、衛星通信地球局の設備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)

衛星通信に用いられるアンテナ装置は、微弱な電波を有効に受信機に供給できる能力を要求されるばかりでなく、他の通信システムとの間の干渉をできるだけ抑える能力が要求される。他の通信システムとの間の干渉量に大きく影響するのはアンテナの [ (ア) ] 特性である。他通信システムに対する与干渉と被干渉を軽減するためには、 [ (ア) ] をできるだけ低くする必要があるのである。

アンテナを含めた地球局の受信系の性能を定量的に表すため、アンテナ利得と [ (イ) ] との比である G/T が用いられる。 [ (イ) ] は、アンテナ及び受信機を含めた受信系全体の [ (イ) ] であり、低雑音増幅器の [ (ウ) ] 端で換算した値である。

低雑音増幅器は、衛星からの微弱な受信信号を増幅するために設けられており、その特性は、地球局としての受信系性能を大きく左右するため、低雑音かつ高利得であることが要求される。小型の地球局では低雑音増幅器と [ (エ) ] が一体となった低雑音変換器(LNC)が使われる場合がある。

<(ア)~(エ)の解答群>

|        |       |          |      |
|--------|-------|----------|------|
| 出力     | 低周波回路 | 振幅周波数    | 近    |
| 雑音温度   | 位相器   | 交差偏波識別度  | 雑音指数 |
| 周波数変換器 | 偏波変換器 | 開口能率     | 入力   |
| 遠      | 帯域外放射 | サイドローブ放射 | 開口面積 |

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

衛星通信で用いられる増幅器の非線形特性の影響について述べた次のA~Cの文章は、 [ (オ) ] 。

- A 増幅器を非線形動作させた場合には、共通増幅される信号では、相互変調積、ひずみによるスペクトルの広がり、小信号抑圧の影響に留意する必要がある。
- B 相互変調積の影響を軽減するための対策には、一般に、入力バックオフを確保して増幅器の非線形特性の影響を軽減する、キャリア周波数を選択して相互変調積の影響を軽減する及びリニアライザ使用による非線形増幅特性を改善するといった方法がある。
- C 相互変調積で最も問題となるのは3次の相互変調積で、2波の組み合わせとして  $f_a - f_b$ 、 $f_b - f_a$  であり、3波の組み合わせとしては  $f_a + f_b - f_c$ 、 $f_b + f_c - f_a$ 、 $f_c + f_a - f_b$  がある。

<(オ)の解答群>

|              |                |         |
|--------------|----------------|---------|
| Aのみ正しい       | Bのみ正しい         | Cのみ正しい  |
| A、Bが正しい      | A、Cが正しい        | B、Cが正しい |
| A、B、Cいずれも正しい | A、B、Cいずれも正しくない |         |

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

衛星通信で用いられる増幅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、 (カ) である。

<(カ)の解答群>

振幅・周波数特性は、周波数による増幅器の利得変化に関する特性のことである。  
相互変調特性は、複数の信号を入力して共通増幅した際の相互変調積発生に関する特性のことである。

残留AM特性は、電源電圧の変動などによって発生する搬送波の不要なAM成分に関する特性のことで、中継器のAM-PM変換特性による相互変調積を発生させる要因となる。

帯域外放射特性とは、大電力増幅装置の非線形増幅特性による相互変調積や高調波の発生などにより、使用する周波数帯域外に不要な電力を送出する特性のことであり、増幅器の入力側に帯域通過フィルタを挿入することにより軽減できる。

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

衛星通信における多元接続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>

多元接続とは、単一又は複数の衛星中継器を用いて複数の地球局との間に同時に通信路を設定することである。

FDMAは、各地球局からの搬送波が干渉を起こさないように、互いに異なる周波数を割り当てる方式である。この方式では、隣接する通信路間の干渉を避けるためガードバンドを設ける必要がある。

TDMAは、各地球局で一つの周波数を共用して、地球局間で同期をとるとともに時間が重ならないように信号を送出する方式であるが、シングルキャリアTDMAの場合は、一般に、一つの中継器には同時に一つの搬送波しか入力されないことから、データパーストの衝突が生じないためガードタイムを設ける必要がない。

CDMAは、衛星中継器の同一周波数帯域を同一時間において多数の地球局が共有して、それぞれ独立した通信路を確立する方式であり、各地球局から送信する搬送波ごとに異なる拡散符号によりスペクトル拡散変調を行う。

- (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)

通信衛星の送信出力が  $10$  [dBW]、送信アンテナ利得が  $42$  [dBi]、送信系の給電損失が  $2$  [dB]、通信衛星と地球局の距離が  $40,000$  [km] のとき、地球局における電力束密度は、 (ク) [dBW/m<sup>2</sup>] である。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} 5 = 0.70$ 、 $\log_{10} 7 = 0.85$ 、 $\log_{10} = 0.50$  とする。

<(ク)の解答群>

- 1 5 6

- 1 2 9

- 1 1 3

- 8 6

- 4 3

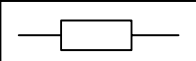

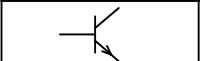



## 試験問題についての特記事項

(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) 試験問題、図中の抵抗器及びトランジスタの表記は、旧図記号を用いています。

| 新図記号  | 旧図記号  | 新図記号  | 旧図記号   |
|---|---|---|--|
|  |  |  |  |

(4) 論理回路の記号は、MIL記号を用いています。

(5) 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

(6) 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。

(7) 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。

(8) 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。

(9) 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。

(10) 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。