

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46
		データ通信	8	8	8	8	8	伝47～伝61
		通信電力	8	8	8	8	8	伝62～伝76
	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77～伝80

- 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
●	○	●	○	○	○	○	○	○	○
①	●	○	●	○	○	○	○	○	○
②	○	○	○	○	○	○	○	○	○
③	○	○	○	○	○	○	○	○	○
④	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⑤	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⑥	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⑦	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⑧	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⑨	○	○	○	○	○	○	○	○	○

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

- 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。
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。
- 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 (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12日10時以降の予定です。 可否の検索は7月31日14時以降 possible 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、クリアランス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)

図 1 に示すマイクロ波伝搬路において、送信点 T、受信点 R の海拔高をそれぞれ h_1 [m]、 h_2 [m]、送・受信点間を結ぶ電波通路上に直角に存在する直線状の縁を持ち左右と下方が無限に広がるナイフエッジ状の障害物の海拔高を h_s [m]、送・受信点から障害物までの距離をそれぞれ d_1 [m] 及び d_2 [m]、送信点から受信点までの距離を d [m] としたとき、その障害物に対するクリアランス h_c [m] は、次式で求めることができる。ただし、 K は等価地球半径係数、 a [m] は実地球半径であり、 d_1 及び d_2 の値は、 h_1 及び h_2 の値と比較して十分に大きいものとする。

$$h_c = \frac{\text{(ア)}}{d} - \frac{d_1 d_2}{2 K a} - h_s$$

$h_c = 0$ では接線伝搬となり、その受信電界強度は自由空間における受信電界強度の (イ) 倍となり、その伝搬損失は (ウ) 倍となる。 $h_c > 0$ では見通し内伝搬となり、 $h_c < 0$ では見通し外伝搬となるが、見通し外伝搬において通信可能となるのは電波の (エ) 現象によるものである。

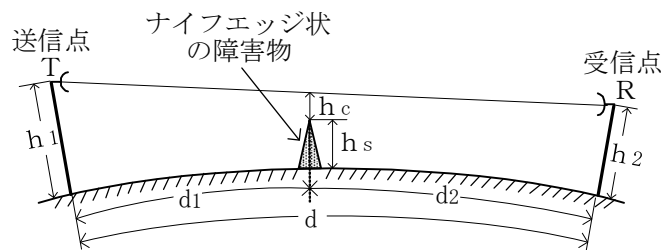


図 1

<(ア)～(エ)の解答群>

- | | | | |
|-----------------|-----------------|-------|-----------------------|
| ① $\frac{1}{5}$ | ② $\frac{1}{4}$ | ③ 回 折 | ④ $h_1 d_1 + h_2 d_2$ |
| ⑤ $\frac{1}{3}$ | ⑥ $\frac{1}{2}$ | ⑦ 反 射 | ⑧ $h_1 d_2 + h_2 d_1$ |
| ⑨ 2 | ⑩ 3 | ⑪ 屈 折 | ⑫ $h_1 d_1 - h_2 d_2$ |
| ⑬ 4 | ⑭ 5 | ⑮ 散 乱 | ⑯ $h_1 d_2 - h_2 d_1$ |

- (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)

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。

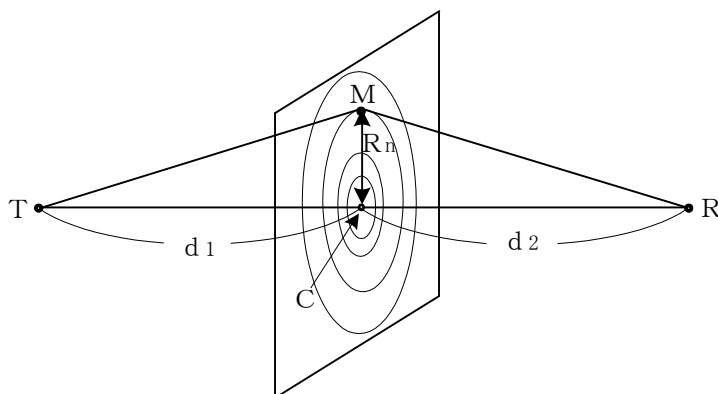


図2

<(オ)の解答群>

- ① 波面上の全ての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。これをホイヘンスの原理という。
- ② 図2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 λ [m]で表すとき、次式を満たすものは第nフレネル回転楕円体といわれる。ただし、 TM [m]はT点とM点の距離を示し、 MR [m]、 TR [m]も同様とする。

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

- ③ 図2に示すように、TC間の距離を d_1 [m]、RC間の距離を d_2 [m]、波長を λ [m]で表すとき第nと第n-1フレネル回転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、その半径 R_n [m]は次式で表される。

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

- ④ 見通し内通信では、一般に、高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、108 [dB]となった。このときの周波数は、 (カ) である。ただし、光速を 3×10^8 [m/s]とし、必要により、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} 5 = 0.70$ 、 $\log_{10} 7 = 0.85$ 、 $\log_{10} \pi = 0.50$ を用い、答えは、四捨五入により整数とする。

<(カ)の解答群>

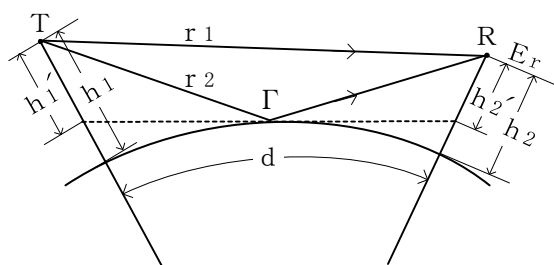
- | | | |
|-------------|-------------|-----------|
| ① 300 [MHz] | ② 600 [MHz] | ③ 1 [GHz] |
| ④ 3 [GHz] | ⑤ 6 [GHz] | |

- (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)

図3に示す見通し内伝搬モデルにおけるハイトパターンについて述べた次のA～Cの文章は、 (キ) 。ただし、送受信点間の距離 d [m] は、送受信アンテナ高に対し、十分に大きいものとする。

- A 直接波と反射波との経路差 ($r_2 - r_1$) によって生ずる受信点 R における電界強度 E_r の高さ方向の変化曲線はハイトパターンといわれる。
B 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ティ構成における受信時のアンテナ間隔設計に用いられる。
C 受信点 R におけるハイトパターンピッチ P [m] は、波長を λ [m] としたとき、次式で表される。

$$P = \frac{\lambda d}{2 h_2}$$



E_r : 受信点 R における受信波の電界強度 [V/m]

Γ : 大地反射係数

r_1, r_2 : 伝搬路長 [m]

h_1, h_2 : 送受信アンテナ高 [m]

h_1', h_2' : 等価送受信アンテナ高 [m]

図 3

<(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)

ラジオダクトの発生原因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 ラジオダクトは、海岸地方において、夜間の湿気を含む海風や昼間の陸風により発生する。
② ラジオダクトは、夜間において、大地の温度が放射冷却によって大気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。
③ ラジオダクトは、高気圧圏で見られる上昇気流により、乾燥した冷気が蒸発の盛んな空気に近づくことで発生する。
④ マイクロ波の電波伝搬では、ラジオダクトが主要因となり k 形フェージングが発生する。

- (1) 次の文章は、アンテナの指向性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)

送信アンテナから放射される電磁界は、観測点の方向と観測点までの距離の関数で表される。ここで、波長と比較して十分遠方では放射パターンは距離に依存なくなり、(ア)形式で表すと放射パターンは θ 方向成分と ϕ 方向成分だけの指向性関数として表される。電波の放射パターンにおいて、一般に、方向特性が一樣でないとき指向性があるといい、方向特性があらゆる方向に全く一樣であるとき等方性であるという。

アンテナの利得は、そのアンテナからある方向へ放射される電波の電力密度と、このアンテナと同一の電力が供給されている基準アンテナから同一距離の点に放射される電波の電力密度との比で定義される。特に、基準アンテナに等方性のアンテナを選んだときの利得は(イ)といわれ、単位は[dBi]で表される。ただし、等方性アンテナは現実には存在しないことから、アンテナ測定では基準アンテナに(ウ)アンテナが用いられ、この場合の利得の単位は[dBd]で表される。

アンテナに指向性があり、特に放射が強くなる方向が幾つかのローブに分かれているとき、最大放射方向のものをメインローブ、それ以外のものをサイドローブという。メインローブの最大放射方向を挟んで、放射電力密度が最大放射方向の $\frac{1}{2}$ になる二つの方向の間の角度は半値幅といわれ、メインローブの鋭さを表す。また、メインローブとその反対方向(180度±60度の範囲)を向いているサイドローブとの最大放射レベルの比は(エ)といわれる。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

- | | | | |
|--------|------------|--------|---------|
| ① 絶対利得 | ② 基準ホーン | ③ S/N | ④ モノポール |
| ⑤ 円筒座標 | ⑥ 半波長ダイポール | ⑦ 直交座標 | ⑧ FS比 |
| ⑨ C/N | ⑩ 極座標 | ⑪ 斜交座標 | ⑫ 相対利得 |
| ⑬ 電力利得 | ⑭ ログペリ | ⑮ FB比 | ⑯ 動作利得 |

- (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)

MIMO技術について述べた次の文章のうち、正しいものは、 (オ) である。

＜(オ)の解答群＞

- ① MIMOは、送受信に垂直偏波のアンテナを用いている場合にのみ有効である。
- ② MIMOの複数送信アンテナは、送信ダイバーシチとしても機能する。
- ③ 伝送路のS/Nが同じであれば、空間相関に関係なくMIMOのチャネル容量は等しい。
- ④ 送信アンテナと受信アンテナの数がどちらも2本のMIMOのチャネル容量は、送信電力がMIMOの送信アンテナ1本の送信電力の2倍であるSISOのチャネル容量と等しい。

- (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)

電波環境に応じて望ましい特性を実現するスマートアンテナについて述べた次のA～Cの文章は、 (カ) 。

- A アダプティブ・ビームフォーミング・アレーアンテナは、任意の方向から到来する干渉波を抑圧することを目的としており、干渉波の到来方向にサイドローブ特性のディップを形成する機能を有する。
- B アダプティブ・マルチステアリング・アレーアンテナは、到来方向が変動する希望波を強く受信することを目的としており、ビームの指向方向を希望波の到来方向に対して誤差がゼロとなるように形成する機能を有する。
- C スマートアンテナのビーム制御法には、MMSE (Minimum Mean Square Error)法やZF (Zero Forcing)法などがある。

＜(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)

複反射鏡アンテナ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 複反射鏡アンテナにおいて、副反射鏡に軸対称な回転双曲面を用いるものをグレゴリアンアンテナ、副反射鏡に軸対称な回転^だ楕円面を用いるものをカセグレンアンテナという。
- ② 複反射鏡アンテナは、パラボラアンテナのような焦点給電型と異なり、一次放射器を主反射鏡の曲面の頂点近傍に設けることが可能なため、一次放射器用給電線路による損失を抑えることができる。
- ③ 複反射鏡アンテナは、軸方向寸法の等しい軸対称パラボラアンテナと比較して、実効焦点距離が長く、優れた交差偏波特性を得ることができる。
- ④ 複反射鏡アンテナにおいて、副反射鏡は、一次放射器から放射された球面波を主反射鏡の焦点からの球面波に変換する機能を有している。

- (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)

アンテナの放射効率又は動作利得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 アンテナの放射効率 η は、放射抵抗を R_r 、損失抵抗を R_{loss} とすると次式で表される。
$$\eta = \frac{R_r - R_{loss}}{R_r}$$
- ② アンテナの大きさが小さいほど放射抵抗は大きくなり、アンテナの放射効率は低くなる。
- ③ アンテナの動作利得は、電圧定在波比(VSWR)により変動し、VSWRが大きいほど動作利得は小さくなる。
- ④ アンテナの動作利得は、アンテナの放射効率の影響を受けない。

(1) 次の文章は、移動通信システムの設計において考慮すべき基本事項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)

一般的なセル構成の移動通信システムでは、限られた周波数帯域を使って極力多くのトラヒックを運ぶ、又は、与えられたトラヒックを運ぶために必要な周波数帯域を極力狭くすることにより、□(ア)を高くすることができる。例えば、音声伝送が中心の移動通信システムにおいては、無線チャネルの狭帯域化、小ゾーン化、同一チャネルの繰り返し距離の短縮などにより、□(ア)の向上が可能である。また、同一の無線周波数を隣接するセルで使うCDMAベースのシステムでは、提供されるサービスも音声に限らず多岐にわたること、電波伝搬の状況に応じて伝送速度が変わる□(イ)方式が用いられることから、セル当たりの最大収容容量の観点でもシステムの評価が必要である。

セルが単位時間当たりに運んだ情報量の総和に相当するものはセルスループットといわれ、□(ア)の観点からは、セルスループットを大きくする必要がある。また、サービス性の観点からは□(ウ)も重要である。トラヒックの状況又は電波環境の状態によっては、□(ウ)がある程度低下することを許容する必要がある、このようなサービスは□(エ)型のサービスといわれる。

＜(ア)～(エ)の解答群＞

- | | | | |
|-------------|----------------|-------------|---------|
| ① ARQ | ② ユーザ識別 | ③ 隣接チャネル選択度 | ④ 空間多重 |
| ⑤ 暗号強度 | ⑥ ギャランティ | ⑦ ユーザフレンドリー | ⑧ 多元接続率 |
| ⑨ 適応変調 | ⑩ 拡散率 | ⑪ 周波数利用効率 | ⑫ セル廃棄率 |
| ⑬ ユーザスループット | ⑭ キャリアアグリゲーション | | |
| ⑮ ベストエフォート | ⑯ コストエフェクティブ | | |

- (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)

移動通信システムにおける無線回線の設計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 無線パケット伝送における遅延時間は、無線フレームの長さや自動再送制御方式と密接に関係する。
- ② ギャランティ型の無線パケット伝送では、一定の伝送速度を保証するよりも、平均的にどの程度の伝送速度が得られるかが重要となる。
- ③ パケット伝送においては、一般に、ある程度の情報のまとまりに対して付加されるCRC (Cyclic Redundancy Check) ビットを用いるなどの方法により誤りが含まれているかどうかを受信側にて確認することが行われており、誤り訂正の評価指標としてFER (Frame Error Rate)やBLER (Block Error Rate)が用いられている。
- ④ デジタル無線回線の設計では、所望のCINR (Carrier to Interference plus Noise power Ratio)やSINR (Signal to Interference plus Noise power Ratio)を用いて、希望波に必要な電力の絶対値を算出している。

- (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)

移動通信システムにおける電波の減衰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 送信点から全方向に放射される電波は球面状に広がるため電波の電力密度は距離の2乗で減衰する。受信点ではアンテナの実効面積に相当する空間の電波しか受信できないため、受信電力も距離の2乗で減衰する。
- ② 移動通信において、基地局アンテナ高が周囲の建物高より高い場合の伝搬距離特性の推定には、一般に、奥村-秦モデルが用いられる。
- ③ 移動通信において、移動局が屋外にあるときは、移動局周辺の建物などによる遮蔽などで受信レベルが低下するシャドウイングが発生する。この場所的変動は長区間変動といわれる。
- ④ 移動通信において、移動局が移動することによってレイリーフェージングが発生する。この場所的変動は瞬時変動といわれる。

- (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)

移动通信システムにおける誤り訂正技術について述べた次のA～Cの文章は、 (キ)。

- A インターリーブは、送信側において符号の順番の入替えを行い、伝送路上で発生したバースト誤りに対して、受信側で入替えとの逆の操作を行うことにより、バースト誤りをランダム化することができる。
- B ターボ符号は送信データとそれをインターリーブで並べ替えたデータをそれぞれ符号化し、二つの符号語から符号を生成し、復号を行う際に他方の系列の復号結果を利用して繰り返し復号を実施する。
- C FECは送信側において情報データに誤り検出符号を付加して送信し、受信側において誤りを検出したときに送信側に再送を要求する方式である。

＜(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)

移动通信システムにおけるダイバーシチ技術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 偏波ダイバーシチは、直交する偏波をそれぞれ送信又は受信する2本のアンテナを用いる方法であり、アンテナ間隔を広げずに済む。
- ② 角度ダイバーシチは、アレー間隔が異なる送信又は受信する複数のアンテナを用いる方法であり、到来角が十分に広がっている場合に適している。
- ③ 周波数ダイバーシチは、異なる信号を同一の周波数で送信する方法であり、広帯域信号の場合には、等化器などを用いた受信手段により周波数ダイバーシチ効果が得られる。
- ④ 基地局受信での空間ダイバーシチは、受信波の到来角の広がりが大きいため、アンテナ間隔は1波長以下で無相関に近い受信波を得ることができる。

(1) 次の文章は、無線送信機などに用いられている周波数通倍器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)

周波数通倍器(以下、通倍器と記す。)は、入力信号に対し、整数倍の周波数の信号を出力するデバイスである。通倍器からの出力は、通倍器を構成するダイオード、トランジスタなどが有する□(ア)特性により生じた入力信号の高調波を利用したものである。周波数が高くなるほど、安定、かつ、□(イ)特性に優れた信号を通倍しないで直接効率良く得ることが難しくなる。このため、高周波信号を得るための信号発生装置として、一般に、□(イ)特性の優れた信号を発生できる低い周波数帯の発振器と通倍器が併用される。

信号発生装置で用いられる通倍器に求められる主要な特性として、想定する入力信号周波数及び電力における変換利得(あるいは変換損失)と出力電力、所望の通倍次数以外の不要波となる高調波などの□(ウ)特性や消費電力などが挙げられる。また、出力信号の□(イ)は、通倍次数を n とすると、入力信号の□(イ)よりも□(エ) [dB] 大きくなる。

<(ア)～(エ)の解答群>

- | | | | |
|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| ① スプリアス | ② 周波数選択 | ③ 雑音指数 | ④ インピーダンス |
| ⑤ 負性抵抗 | ⑥ VSWR | ⑦ 位相雑音 | ⑧ 共振 |
| ⑨ 熱雑音 | ⑩ 交差偏波 | ⑪ 反射 | ⑫ 非線形 |
| ⑬ $10 \log_{10} n$ | ⑭ $10 \log_{10} 2n$ | ⑮ $20 \log_{10} n$ | ⑯ $20 \log_{10} 2n$ |

- (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)

無線受信機などに用いられているデジタル直交復調器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 デジタル直交復調器は、高周波帯の受信信号又は一旦中間周波数帯に周波数変換された受信信号を、局部発振器で生成される局部発振波と乗算し、直交する I Q ベースバンド信号として出力する。
- ② I Q ベースバンド信号の高調波成分は乗算器の入力段に L P F を配置して除去することができる。
- ③ デジタル直交復調器を構成する乗算器には、ギルバートセル型ミキサやダイオードミキサなどが用いられる。
- ④ デジタル直交復調器は、I Q に対応した二つの乗算器と 90 度移相器から構成される。

- (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)

デジタル無線システムなどで用いられるフィルタの機能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 整合フィルタは、インパルス応答が周期的に 0 となるフィルタであり、一般に、コサインロールオフフィルタが用いられる。
- ② ナイキストフィルタは、フィルタ出力における S / N を最大にするフィルタである。
- ③ バタワース特性のフィルタは、帯域内でリプル状に変化する振幅特性を有している。
- ④ チェビシェフ特性のフィルタは、帯域外でバタワース特性のフィルタより急峻な減衰特性を有しており、近接した干渉波の抑圧などに用いられる。

- (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)

マイクロ波回路の一つであるサーキュレータについて述べた次のA～Cの文章は、 (キ)。

- A アンテナに3端子対サーキュレータを接続すると、3端子対サーキュレータは送受分波器として機能する。
B 3端子対サーキュレータに整合終端器を組み合わせることにより、ジャイレータを構成することができる。
C 3端子対サーキュレータは、端子対1に入力された信号は端子対2だけに出力され、端子対2と端子対3、端子対3と端子対1でも同様の関係が成立する。

＜(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)

WRJ-6の方形導波管(内側寸法：40[m m]×20[m m])に6[GHz]の周波数の電磁波をTE₁₀モードで伝搬させるとき、導波管内の波長は、 (ク) [m m]となる。ただし、光速を 3×10^8 [m/s]とし、必要により、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ 、 $\sqrt{5} = 2.24$ 、 $\sqrt{7} = 2.65$ 、 $\sqrt{11} = 3.32$ 、 $\sqrt{13} = 3.61$ を用い、答えは、四捨五入により整数とする。

＜(ク)の解答群＞

- ① 32 ② 48 ③ 54 ④ 64 ⑤ 96

- (1) 次の文章は、通信衛星の軌道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)

地上からの高度が約 36,000 [km] で (ア) にある衛星軌道では、衛星が軌道を 1 周する時間はちょうど 24 [時間] となり、地上から見ると衛星はいつも同じ位置に止まって見えるため、この軌道は静止軌道といわれる。現在、実用化されている通信衛星や放送衛星の多くは静止軌道を利用する静止衛星である。

静止衛星と地上との間の電波の伝搬時間は、往復で約 (イ) [秒] かかり、電波伝搬による信号強度の減衰は (ウ) するので、移動体通信、特に携帯型端末で移動体衛星通信を行うためにはできるだけ衛星までの距離が短いことが望ましく、地上からの高度が 500 [km] ～ 数千 [km] の低高度軌道を利用するシステムが実用化されている。

静止軌道では、緯度が高くなるにつれて衛星に対する (エ) が小さくなり利用しにくくなるため、緯度の高いヨーロッパ諸国では、長楕円軌道を利用して衛星に対する (エ) を大きくする軌道も利用されている。

<(ア)～(エ)の解答群>

- | | | | |
|----------|---------|---------------|--------|
| ① アンテナ利得 | ② 春分点方向 | ③ 距離の 2 乗に比例 | ④ 0.25 |
| ⑤ 距離に反比例 | ⑥ 送信電力 | ⑦ 地軸を含む面内 | ⑧ 0.5 |
| ⑨ 黄道面内 | ⑩ 仰 角 | ⑪ 距離の 2 乗に反比例 | ⑫ 0.75 |
| ⑬ 距離に比例 | ⑭ 俯 角 | ⑮ 赤道面内 | ⑯ 1.0 |

- (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)

通信衛星の基本機能を維持するためのバス部を構成するサブシステムについて述べた次のA～Cの文章は、 (オ)。

- A 姿勢制御系サブシステムは、姿勢センサを用いて姿勢制御を行っており、ロール軸周りの姿勢角度誤差は太陽センサを用いて計測される。
- B 推進系サブシステムは、衛星を所定の軌道へ投入したり、太陽や月の重力や地球の扁平から生ずる軌道の摂動に対し軌道修正を行う機能を有しており、アポジモータ、ガスジェット装置などが含まれる。
- C 電源系サブシステムは、衛星に電力を供給する機能を有しており、三軸安定方式の衛星は衛星本体の姿勢を一定に保ったまま太陽電池パネルのみを太陽に向けることにより太陽電池全面を有効に利用できる。

＜(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)

静止軌道衛星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、 (カ) である。

＜(カ)の解答群＞

- ① 衛星からの電波の照射エリアであれば、どの地点からでも通信できる地域的広域性を有している。
- ② 同時に多地点での受信が可能であり、放送以外に多数の受信側地球局に同時に同一の内容の情報を送信する同報通信にも利用される。
- ③ TDMAなどの多元接続が可能であり、各地球局に通信路を割り当てる手法として、固定割当て多元接続方式、要求割当て多元接続方式などを用いることができる。
- ④ 回線品質は、降雨などの気象条件以外に送受信地球局間の距離にも依存する。

- (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)

衛星中継器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 衛星アンテナで受信された地球局からの電波は、一般に、周波数変換を行う前に低雑音増幅器で増幅される。
- ② 衛星中継器における受信電波と送信電波との周波数変換では、一般に、衛星に搭載される機器への制約条件などを考慮して、送信電波は受信電波より高い周波数に変換される。
- ③ 衛星中継器の受信部の入力から送信部の出力までの利得を高くすることにより、地球局の受信アンテナ口径を小さくすることができる。
- ④ 電力増幅器の非線形動作による相互変調積の影響は、バックオフを大きくし、動作点を線形領域に近づけることで軽減できる。

- (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)

地球局設備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 アンテナ口径が小さいほど電力半値幅が狭く、アンテナの主軸方向を常に衛星に向けておくためにはステップトラック方式などのアンテナ追尾装置が必要となる。
- ② 地球局の大電力増幅器には、一般に、クライストロンや進行波管(TWT)などが使用されており、TWTはクライストロンと比較して、消費電力が小さく、安価で運用保守性に優れているが、通過周波数帯域幅は狭い。
- ③ 地球局の受信系の性能を向上させるためには、受信部の雑音温度が高いことが望ましい。
- ④ 地球局アンテナとして一次放射器の位置をずらしたオフセットアンテナを用いることにより、VSWR特性やサイドローブ特性を改善することができる。

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。