

## 第一級陸上特殊無線技士「無線工学」試験問題

24 問

[1] 次の記述は、静止衛星による通信について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 衛星に搭載する中継装置の回線を分割し、多数の□Aが共用するため、FDMA、TDMAなどの多元接続方式が用いられる。
- (2) FDMA方式は、□Bを分割して各□Aに回線を割り当てる。
- (3) 静止衛星と地球局間の距離が37,500kmの場合、一中継当たり□C秒程度の電波の伝搬による遅延がある。

	A	B	C
1	地球局	周波数	0.1
2	地球局	時間	0.1
3	地球局	周波数	0.25
4	宇宙局	周波数	0.25
5	宇宙局	時間	0.1

## 【解答】 3

A：静止衛星は、多数の地球局（地球上から通信衛星を利用しようとする無線局）からの電波を中継する装置ですから、一つの中継装置を時間や周波数で区切って利用する多元接続方式を取ります。

B：FDMAのFは周波数=Frequencyの略です。

C：電波は1秒間に30万km進むため、往復約0.25秒の遅延が生じます。

〔2〕 次の記述は、直接拡散(DS)を用いた符号分割多重(CDM)伝送方式の一般的な特徴について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

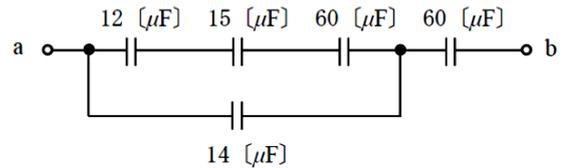
- 1 送信側で用いた擬似雑音符号と同じ符号でしか復調できないため秘話性が高い。
- 2 拡散変調では、送信する音声やデータなどの情報をそれらが本来有する周波数帯域よりもはるかに広い帯域に広げる。
- 3 受信時に混入した狭帯域の妨害波は受信側で拡散されるので、狭帯域の妨害波に弱い。
- 4 拡散符号により、情報を広帯域に一樣に拡散し電力スペクトル密度の低い雑音状にすることで、通信していることの秘匿性も高い。

【解答】 3

拡散方式とは、送信時に幅広い周波数帯域に信号を拡散させ、受信側で拡散された信号を元に戻すものです。これにより、受信時に狭帯域の妨害信号があっても、拡散させた信号の帯域が広ければ相対的に影響が小さくなるという仕組みです。

〔3〕 図に示す回路の端子 a b 間の合成静電容量の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 10 [ $\mu\text{F}$ ]
- 2 12 [ $\mu\text{F}$ ]
- 3 15 [ $\mu\text{F}$ ]
- 4 18 [ $\mu\text{F}$ ]
- 5 20 [ $\mu\text{F}$ ]



【解答】 3

コンデンサの直列・並列の計算は、抵抗とは逆で「直列なら和分の積、並列なら和」となります。これを適用し、「12  $\mu\text{F}$  と 15  $\mu\text{F}$  のコンデンサの直列」「そのコンデンサと 60  $\mu\text{F}$  の直列」「それと 14  $\mu\text{F}$  の並列」「それと 60  $\mu\text{F}$  の直列」という順番に求めていけば答えは求まります。しかしこれは煩雑なので、「コンデンサの直列合成静電容量は、逆数を足した値の逆数」という式を用います。すると、12・15・60 の 3 本直列の部分は、

$$\frac{1}{12} + \frac{1}{15} + \frac{1}{60} = \frac{10}{60} = \frac{1}{6}$$

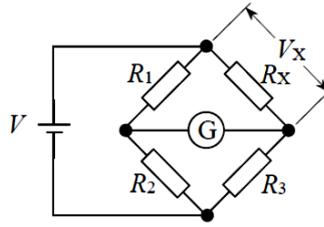
ですから、6  $\mu\text{F}$  に置き換えられます。したがって回路全体では、「6  $\mu\text{F}$  と 14  $\mu\text{F}$  を並列にした 20  $\mu\text{F}$  と、60  $\mu\text{F}$  の直列合成静電容量」ですから、

$$\frac{20 \times 60}{20 + 60} = 15$$

となり、正解は 3 と求まります。

〔4〕 図に示す直流ブリッジ回路が平衡状態にあるとき、抵抗  $R_x$  [ $\Omega$ ] の両端の電圧  $V_x$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 4.2 [V]
- 2 5.4 [V]
- 3 7.6 [V]
- 4 8.8 [V]
- 5 9.4 [V]



直流電源電圧:  $V = 12$  [V]  
 抵抗:  $R_1 = 275$  [ $\Omega$ ]  
 $R_2 = 100$  [ $\Omega$ ]  
 $R_3 = 350$  [ $\Omega$ ]  
 Ⓒ: 検流計

【解答】 4

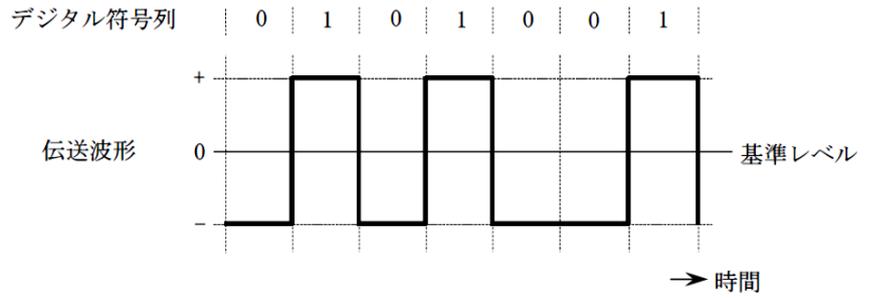
ブリッジ回路の平衡条件は、「対角線どうしの値を掛けたものが等しい」ことですから、 $R_1 \times R_3 = R_x \times R_2$  が成立します。これを計算して値を求めても良いのですが、「ブリッジが平衡している」ときに  $R_1$  と  $R_2$  の中点と  $R_x$  と  $R_3$  の中点は同電圧ですから、それを利用して、

$$12 \times \frac{275}{275 + 100} = 8.8$$

と求められます。

[5] デジタル符号列「0101001」に対応する伝送波形が図に示す波形の場合、伝送符号形式の名称として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 両極(複極)性 RZ 符号
- 2 両極(複極)性 NRZ 符号
- 3 AMI 符号
- 4 単極性 NRZ 符号
- 5 単極性 RZ 符号

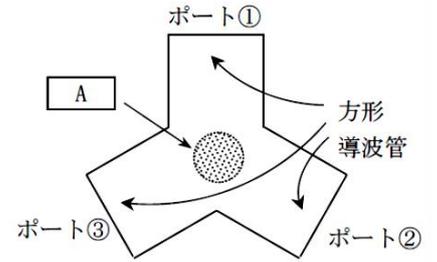


【解答】 2

電圧を見ると、±を使用しているので両極性（複極性）です。また、「0」や「1」の途中で電圧がゼロに戻っていないのでノンリターンゼロ（NRZ）です。

[6] 次の記述は、図に示す導波管サーキュレータについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) Y接合した方形導波管の接合部の中心に円柱状の□Aを置き、この円柱の軸方向に適当な大きさの□Bを加えた構造である。
- (2) TE<sub>10</sub>モードの電磁波をポート①へ入力するとポート②へ、ポート②へ入力するとポート③へ、ポート③へ入力するとポート①へそれぞれ出力し、それぞれ他のポートへの出力は極めて小さいので、各ポート間に可逆性が□C。



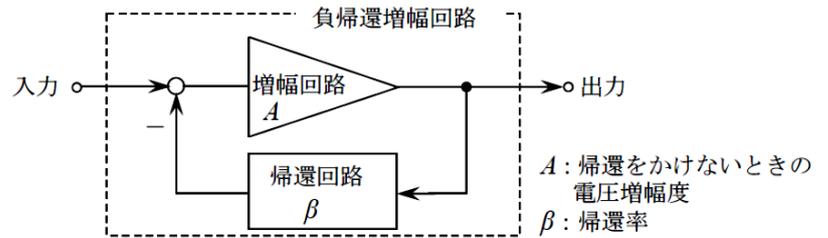
A	B	C
1 セラミックス	静磁界	ある
2 セラミックス	静電界	ない
3 フェライト	静磁界	ない
4 フェライト	静電界	ある

【解答】 3

サーキュレータは、Y接合した導波管の中心部にフェライト磁石を置き、これによる静磁界を利用して電磁波の向きを曲げる装置です。例えば①→②、②→③、そして③→①のように伝搬するため、可逆性はありません。

〔7〕 図に示す負帰還増幅回路例の電圧増幅度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、帰還をかけないときの電圧増幅度  $A$  を 200、帰還率  $\beta$  を 0.1 とする。

- 1 3.5
- 2 5.0
- 3 9.5
- 4 20.0
- 5 40.0



【解答】 3

増幅回路の入力を 1 とすると、出力は 200 です。すると、帰還回路の出力は 20 ですから、入力「20 引いたら 1 になる値」すなわち 21 となります。したがって回路全体では「21 を入力したら 200 が出力される」ことになるので、 $200 \div 21 \approx 9.5$  が答えです。

[8] 次の記述は、デジタル変調のうち直交振幅変調(QAM)方式について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、信号空間ダイアグラム上の信号点の変動し、受信側において隣接する信号点と誤って判断する現象をシンボル誤りという。また、信号空間ダイアグラムにおける信号点の間の距離のうち、最も短いものを信号点間距離とする。

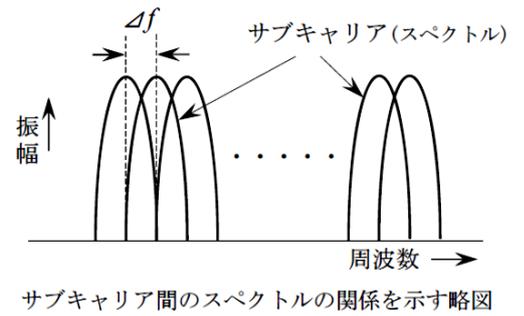
- 1 16QAM方式は、16個の信号点を持つQAM方式である。
- 2 256QAM方式は、16QAM方式と比較すると、同程度の占有周波数帯幅で同一時間内に2倍の情報量を伝送できる。
- 3 QAM方式は、搬送波の振幅と位相の二つのパラメータを用いて、伝送する方式である。
- 4 64QAM方式は、16QAM方式と比較すると、一般に両方式の平均電力が同じ場合、信号点間距離が長くなるので、原理的に伝送路等におけるノイズやひずみによるシンボル誤りが起こりにくくなる。

【解答】 4

電波に情報を載せるとき、一度に載せる情報を多くするほど雑音による影響（シンボル誤りなど）が大きくなります。したがって記述4が誤りです。

〔9〕 次の記述は、直交周波数分割多重 (OFDM) 伝送方式について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、OFDM 伝送方式で用いる多数のキャリアをサブキャリアという。

- 1 高速のビット列を多数のサブキャリアを用いて周波数軸上で分割して伝送する方式である。
- 2 図に示すサブキャリアの周波数間隔  $\Delta f$  は、有効シンボル期間長 (変調シンボル長)  $T_s$  の逆数と等しく ( $\Delta f = 1 / T_s$ ) なっている。
- 3 ガードインターバルは、遅延波によって生じる符号間干渉を軽減するために付加される。
- 4 ガードインターバルは、送信側で付加される。
- 5 OFDM 伝送方式を用いると、シングルキャリアをデジタル変調した場合に比べて伝送速度はそのままシンボル期間長を短くできる。



【解答】 5

定番問題です。シンボル期間長が長いほど雑音や妨害に対して強くなります。OFDM 伝送を用いると、単純な変調方式に比べてシンボル期間長を長くすることができ、雑音などに対して強くなります。

【10】 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機において生じることがある混信妨害について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 相互変調による混信妨害は、受信機の入力レベルを下げることにより軽減できる。
- 2 相互変調による混信妨害は、高周波増幅器などが入出力特性の直線範囲で動作するときに生じる。
- 3 近接周波数による混信妨害は、妨害波の周波数が受信周波数に近接しているときに生じる。
- 4 映像周波数による混信妨害は、高周波増幅器の選択度を向上させることにより軽減できる。

【解答】 2

相互変調歪は、増幅回路などの入出力特性が非直線関係になってしまう部分で発生します。

【11】 次の記述は、デジタル無線回線における伝送特性の補償について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 周波数選択性フェージングなどによる伝送特性の劣化は、受信信号のビット誤り率が □ A □ なる原因となる。
- (2) このため、伝送中に生じる受信信号の振幅や位相のひずみをその変化に応じて補償する回路(装置)が用いられる。この回路は、周波数領域で補償する回路と時間領域で補償する回路に大別される。この回路は、一般的に □ B □ と呼ばれる。

- |   | A   | B   |
|---|-----|-----|
| 1 | 大きく | 等化器 |
| 2 | 大きく | 分波器 |
| 3 | 小さく | 等化器 |
| 4 | 小さく | 分波器 |
| 5 | 小さく | 圧縮器 |

【解答】 1

伝送特性が劣化すると、受信信号のビット誤り率が大きくなります。このような特性を補償する回路は、等化回路や等化器などと呼ばれています。

[12] 次の記述は、無線 LAN や携帯電話などで用いられる MIMO (Multiple Input Multiple Output) の特徴などについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) MIMO では、送信側と受信側の双方に複数のアンテナを設置し、送信アンテナ間に □ A □ の伝送路を形成して、空間多重伝送による伝送容量の増大の実現を図ることができる。
- (2) 例えば、ある基地局からある端末への通信(下りリンク)において、基地局の複数の送信アンテナから異なるデータ信号を送信しつつ、端末の複数の受信アンテナで信号を受信し、□ B □ により送信アンテナ毎のデータ信号に分離することができ、新たに周波数帯域を増やさずに □ C □ できる。

	A	B	C
1	単一	信号処理	高速伝送
2	単一	グレイ符号化	伝送遅延を多く
3	複数	グレイ符号化	伝送遅延を多く
4	複数	グレイ符号化	高速伝送
5	複数	信号処理	高速伝送

【解答】 5

MIMO は、送受信アンテナ間で複数の伝送路を作り、それを利用して高速多重通信を行うものです。当然、複数の受信アンテナ間で互いの信号が重複（混信）して受信されることとなりますが、信号処理によってこれらを分離することで高速伝送を可能としています。

[13] 次の記述は、衛星通信に用いられる多元接続方式及び回線割当方式について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- |                                                                                                |          |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|
| (1) 各地球局がデジタル変調された搬送波を用いて、通信衛星の中継器を時分割で使用する方式をTDMA方式といい、断続する搬送波が互いに重なり合わないようするため、□A□を設ける必要がある。 | A        | B          |
| (2) 回線割当方式は大別して二つあり、このうち地球局にあらかじめ所定の衛星回線を割り当てておく方式を□B□方式という。                                   | 1 ガードタイム | プリアサイメント   |
|                                                                                                | 2 ガードタイム | デマンドアサイメント |
|                                                                                                | 3 ガードバンド | デマンドアサイメント |
|                                                                                                | 4 ガードバンド | プリアサイメント   |

【解答】 1

TDMA は時分割多重です。これは複数の局が時間を区切って同一周波数を利用する方式なので、ガードタイムを挟んで互いに重ならないようにします。

回線の割り当ては、予め（プリ）割り当てる（アサインメント）方式と、要求に応じて（デマンド）割り当てる（アサインメント）方式の二種類があります。

[14] 次の記述は、地上系マイクロ波(SHF)多重通信の無線中継方式の一つである反射板を用いた無給電中継方式について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

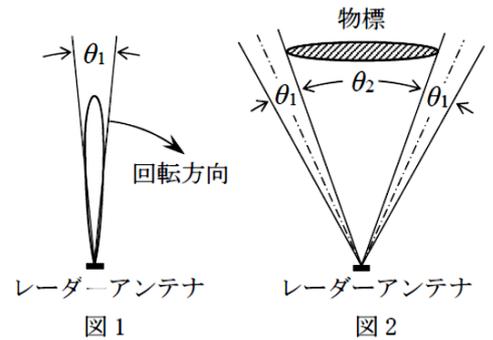
- 1 見通し外の2地点が比較的近距離の場合に、反射板を用いて電波を目的の方向へ送出することができる。
- 2 反射板の面積が一定のとき、その利得は波長が長くなるほど大きくなる。
- 3 中継による電力損失は、反射板の面積が大きいくほど少ない。
- 4 中継による電力損失は、電波の到来方向が反射板に直角に近いほど少ない。

【解答】 2

電波の波長に対して反射板の相対的面积が大きくなるほど利得が大きくなります。したがって2の記述が誤りです。

[15] 次の記述は、パルスレーダーの動作原理等について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 最小探知距離を短くするには、水平面内のビーム幅を狭くする。
- 2 水平面内のビーム幅が狭いほど、方位分解能は良くなる。
- 3 図1は、レーダーアンテナの水平面内指向性を表したものであるが、放射電力密度(電力束密度)が最大放射方向の1/2に減る二つの方向のはさむ角 $\theta_1$ をビーム幅という。
- 4 図2に示す物標の観測において、レーダーアンテナのビーム幅を $\theta_1$ 、観測点からみた物標をはさむ角を $\theta_2$ とすると、レーダー画面上での物標の表示幅は、ほぼ $\theta_1 + \theta_2$ に相当する幅に拡大される。



【解答】 1

パルスレーダーは、発射した電波が戻ってくるまでの時間から距離を測定します。したがって近距離であるほど即座に電波が反射してくるため、送信電波の時間幅が長いと、反射波が送信電波に埋もれて検出できなくなります。したがって、最小探知距離を短くするには、送信波の幅を短くする必要があります。

[16] パルスレーダーにおいて、パルス波が発射されてから、物標による反射波が受信されるまでの時間が  $45 [\mu s]$  であった。このときの物標までの距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 1,350 [m]      2 2,250 [m]      3 4,500 [m]      4 5,625 [m]      5 6,750 [m]

【解答】 5

電波は1秒間に30万km伝播しますから、 $30 \text{ 万 km} \times 0.000045 = 13500\text{m}$ 、これが往復距離なので2で割ると6750mと求まります。

[17] 無線局の送信アンテナの絶対利得が 41 [dBi]、送信アンテナに供給される電力が 20 [W] のとき、等価等方輻射電力 (EIRP) の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、等価等方輻射電力  $P_E$  [W] は、送信アンテナに供給される電力を  $P_T$  [W]、送信アンテナの絶対利得を  $G_T$  (真数) とすると、次式で表されるものとする。また、1 [W] を 0 [dBW] とし、 $\log_{10} 2 = 0.3$  とする。

$$P_E = P_T \times G_T \text{ [W]}$$

1 67 [dBW]

2 64 [dBW]

3 61 [dBW]

4 57 [dBW]

5 54 [dBW]

【解答】 5

まず 20W を dBW に変換すると、 $1\text{W} \times 10 \times 2$  なので、 $10 + 3 = 13\text{dB}$  です。したがって 13dBW です。これに 41dB の利得を足した 54dBW が答えです。「

[18] 次の記述は、衛星通信に用いられる反射鏡アンテナについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 衛星からの微弱な電波を受信するため、大きな開口面を持つ反射鏡アンテナが利用される。
- 2 主反射鏡に回転放物面を、副反射鏡に回転双曲面を用いるものにカセグレンアンテナがある。
- 3 回転放物面を反射鏡に用いたパラボラアンテナは、開口面の面積が大きいほど前方に尖鋭な指向性が得られる。
- 4 回転放物面を反射鏡に用いたパラボラアンテナは、高利得のファンビームのアンテナであり、回転放物面の焦点に置かれた一次放射器から放射された電波は、反射鏡により球面波となって放射される。

【解答】 4

パラボラアンテナは、高利得のペンシルビームのアンテナです。放出される電波は、球面波ではなく平面波となって飛んでいきます。

[19] 次の記述は、同軸ケーブルについて述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。

- 1 使用周波数が高くなるほど誘電損が大きくなる。
- 2 同軸ケーブルは、一本の内部導体のまわりに同心円状に外部導体を配置し、両導体間に導電性樹脂を詰めた給電線である。
- 3 伝送する電波が外部へ漏れやすく、外部からの誘導妨害を受けやすい。
- 4 不平衡形同軸ケーブルと半波長ダイポールアンテナを接続するときは、平衡給電を行うためスタブを用いる。

【解答】 1

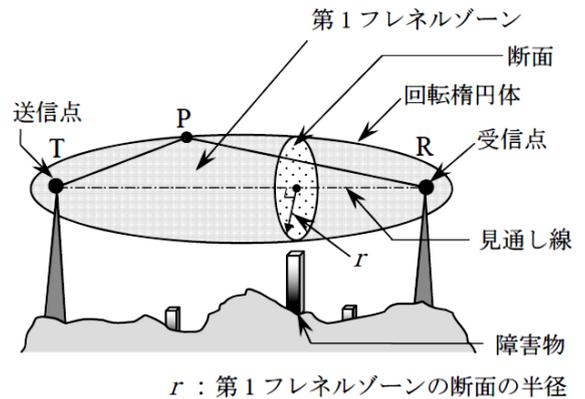
2：導電性樹脂ではなく誘電体です。

3：外部へ漏れにくく、誘導妨害を受けにくい構造です。

4：スタブではなくバランを使用します。(但し、スタブを利用したバランも存在するので厳密には間違いではない場合もありますが、スタブ以外の構造のバランもあるので、この場合は不正解となります)

[20] 次の記述は、マイクロ波回線の設定の際に考慮される第1フレネルゾーンについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、使用する電波の波長を $\lambda$ とする。

- (1) 図に示すように、送信点 T と受信点 R を焦点とし、TP と PR の距離の和が、焦点間の最短の距離 TR よりも □ A □ だけ長い楕円を描くと、直線 TR を軸とする回転楕円体となり、この楕円の内側の範囲を第1フレネルゾーンという。
- (2) 一般的には、自由空間に近い良好な伝搬路を保つため、回線途中にある山や建物などの障害物が第1フレネルゾーンに入らないようにクリアランスを設ける必要がある。
- (3) 図に示す第1フレネルゾーンの断面の半径  $r$  は、使用する周波数が高くなるほど □ B □ なる。



A	B
1 $\lambda/4$	大きく
2 $\lambda/4$	小さく
3 $\lambda/2$	大きく
4 $\lambda/2$	小さく
5 $\lambda$	大きく

【解答】 4

送受信間で、見通し距離のほかに半波長の経路差が存在すると、互いに打ち消しあって信号が弱くなってしまいます。この経路差が存在する回転楕円体の内部を第1フレネルゾーンと呼びます。周波数が高くなるほど波長は短くなるので、とうぜん半波長の長さも短くなり、図の半径  $r$  も小さくなります。

【21】 次の記述は、陸上の移動体通信の電波伝搬特性について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 基地局から送信された電波は、移動局周辺の建物などにより反射、回折され、定在波などを生じ、この定在波の中を移動局が移動すると受信波にフェージングが発生する。一般に、周波数が □ A □ ほど、また移動速度が □ B □ ほど変動が速いフェージングとなる。
- (2) さまざまな方向から反射、回折して移動局に到来する多数の電波の到来時間(伝搬遅延時間)に差があるため、帯域内の各周波数の振幅と位相の変動が一樣ではなく、□ C □ フェージングを生じる。伝送帯域が狭い場合は、その影響はほとんどないが、一般に、高速デジタル伝送の場合には、伝送信号に波形ひずみを生じることになる。

	A	B	C
1	高い	遅い	シンチレーション
2	高い	速い	周波数選択性
3	低い	速い	シンチレーション
4	低い	遅い	周波数選択性
5	低い	速い	周波数選択性

【解答】 2

フェージングは、電波の干渉によって生じます。周波数が高いほど波長は短くなるため、フェージングの周期が短くなります。また、移動速度が速いほど早い周期でフェージングが発生します。

様々な経路で到達する電波の位相差や伝搬遅延時間差により、受信波において複雑な変化を伴うフェージングが発生することがありますが、これは周波数によって大きく様相が変わります。これを周波数選択性フェージングと呼びます。

[22] 次の記述は、一般的な無停電電源装置について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 定常時には、商用電源からの交流入力が□A器で直流に変換され、インバータに直流電力が供給される。インバータはその直流電力を交流電力に変換し負荷に供給する。
- (2) 商用電源が停電した場合は、□B電池に蓄えられていた直流電力がインバータにより交流電力に変換され、負荷には連続して交流電力が供給される。
- (3) 無停電電源装置の出力として一般的に必要な□Cの交流は、インバータのPWM制御を利用して得ることができる。

A	B	C
1 変圧	二次	定電圧、定周波数
2 変圧	一次	可変電圧、可変周波数
3 整流	一次	定電圧、定周波数
4 整流	二次	定電圧、定周波数
5 整流	一次	可変電圧、可変周波数

【解答】 4

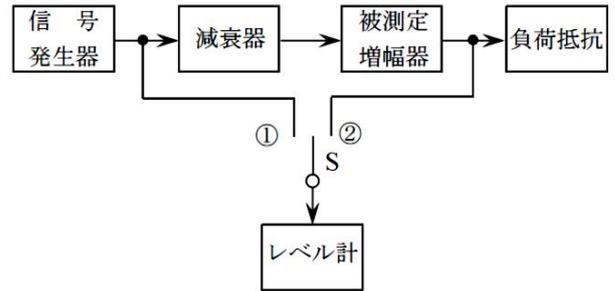
A：交流を直流に変換するのは整流器です。

B：充電式の電池は二次電池と呼びます。一度放電したら使い捨てなのが一次電池です。

C：UPSは商用電源と同一電圧・同一周波数の交流を負荷に供給しますから、可変電圧や可変周波数である必要はありません。

[23] 図に示す増幅器の利得の測定回路において、切換えスイッチ S を①に接続して、レベル計の指示が 0 [dBm] となるように信号発生器の出力を調整した。次に減衰器の減衰量を 9 [dB] として、切換えスイッチ S を②に接続したところ、レベル計の指示が 17 [dBm] となった。このとき被測定増幅器の電力増幅度の値(真数)として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、信号発生器、減衰器、被測定増幅器及び負荷抵抗は整合されており、レベル計の入力インピーダンスによる影響はないものとする。また、1 [mW] を 0 [dBm]、 $\log_{10}2 = 0.3$  とする。

- 1 2,000
- 2 1,000
- 3 750
- 4 500
- 5 400



【解答】 5

出題内容より、被測定増幅器は「 $-9 \text{ dBm}$  を入力したら  $17 \text{ dBm}$  の出力が得られた」ことが分かるので、利得は  $26 \text{ dB}$  だと分かります。  $10 \text{ dB} = 10$  倍、  $3 \text{ dB} = 2$  倍ですから、  
 $20 \text{ dB} = 10 \text{ dB} + 10 \text{ dB} + 3 \text{ dB} + 3 \text{ dB} \Leftrightarrow 10 \text{ 倍} \times 10 \text{ 倍} \times 2 \text{ 倍} \times 2 \text{ 倍} = 400 \text{ 倍}$   
 ということが求まります。

【24】 次の記述は、マイクロ波用標準信号発生器として一般に必要な条件について述べたものである。このうち条件に該当しないものを下の番号から選べ。

- 1 出力の周波数特性が良いこと。
- 2 出力インピーダンスが連続的に可変であること。
- 3 出力のスプリアスが小さいこと。
- 4 出力の周波数が正確で安定であること。
- 5 出力レベルが正確で安定であること。

【解答】 2

信号発生器は、出力インピーダンスが可変である必要はありません。