

【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。

- (1) 衛星に搭載する中継装置の回線を分割し、多数の地球局が共用するため、FDMA、TDMA などの □A□ 方式が用いられる。
(2) TDMA 方式は、□B□ を分割して各地球局に回線を割り当てる。
(3) 10 [GHz] 以上の電波を使用する衛星通信は、□C□ による信号の減衰を受けやすい。

	A	B	C
1	再生中継	時間	降雨
2	再生中継	周波数	電離層シンチレーション
3	多元接続	時間	降雨
4	多元接続	周波数	降雨
5	多元接続	時間	電離層シンチレーション

【解答】 3

A：このような方式を多元接続と呼びます。

B：TDMA の T は時間 (Time) を意味します。

C：10GHz 以上の周波数の電波は、降雨や降雪などによって吸収されやすくなります。

【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。□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) CDM伝送方式は、送信側で用いた疑似雑音符号と □A□ 符号でしか復調できないため □B□ が高い。
- (2) この伝送方式は、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 □C□ 。

	A	B	C
1	同じ	冗長性	弱い
2	同じ	秘話性	強い
3	異なる	秘話性	弱い
4	異なる	冗長性	強い

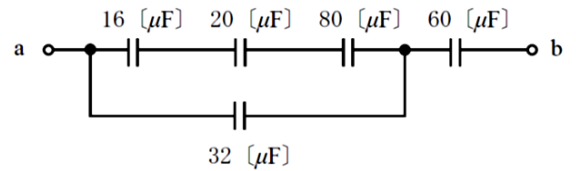
【解答】 2

符号分割多重は、送信側で用いた疑似雑音符号と同じ符号でしか復調できない性質があり、送受信信号から疑似雑音符号を求めることが非常に難しいため、秘話性が高い方式です。

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ことにより、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ります。

〔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 12 [μF]
- 2 16 [μF]
- 3 20 [μF]
- 4 24 [μF]
- 5 30 [μF]



【解答】 4

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、「 $16\mu\text{F}$ と $20\mu\text{F}$ のコンデンサの直列」「そのコンデンサと $80\mu\text{F}$ の直列」「それと $32\mu\text{F}$ 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、 $16 \cdot 20 \cdot 80$ の 3 本直列の部分は、

$$\frac{1}{16} + \frac{1}{20} + \frac{1}{80} = \frac{10}{80} = \frac{1}{8}$$

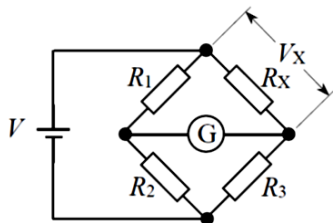
ですから、 $8\mu\text{F}$ に置き換えられます。したがって回路全体では、「 $8\mu\text{F}$ と $32\mu\text{F}$ を並列にした $40\mu\text{F}$ と、 $60\mu\text{F}$ の直列合成静電容量」ですから、

$$\frac{40 \times 60}{40 + 60} = 24$$

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 [Ω] 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 11.2 [V]
- 2 10.6 [V]
- 3 10.0 [V]
- 4 9.2 [V]
- 5 6.4 [V]



直流電源電圧: $V = 12$ [V]
 抵抗: $R_1 = 350$ [Ω]
 $R_2 = 25$ [Ω]
 $R_3 = 700$ [Ω]
 ⊙: 検流計

【解答】 1

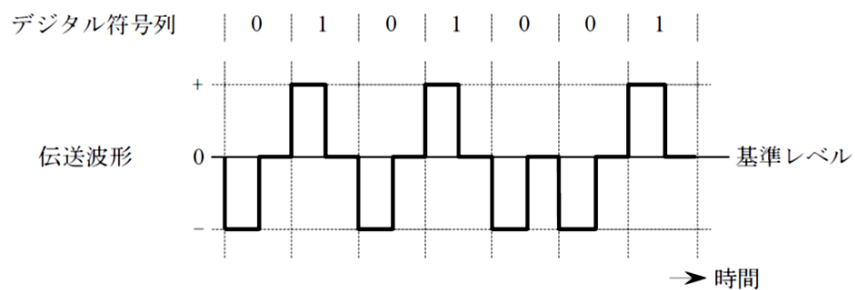
ブリッジ回路の平衡条件は、「対角線どうしの値を掛けたものが等しい」ことですから、 $R_1 \times R_3 = R_x \times R_2$ が成立します。これを計算して値を求めても良いのですが、「ブリッジが平衡している」ときに R_1 と R_2 の中点と R_x と R_3 の中点は同電圧ですから、それを利用して、

$$12 \times \frac{350}{350 + 25} = 11.2$$

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

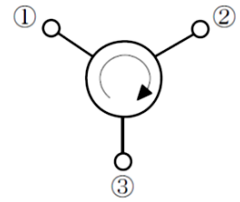


【解答】 5

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るのでリターンゼロ（RZ）です。

〔6〕 次の記述は、図に示すサーキュレータ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 端子①からの入力端子②へ出力され、端子②からの入力端子③へ出力される。
- 2 端子①へ接続したアンテナを送受信に共用するには、原理的に端子②に受信機を、端子③に送信機を接続すればよい。
- 3 フェライトを用いたサーキュレータでは、これに静磁界を加えて動作させる。
- 4 3個の入出力端子の間には互に可逆性がある。

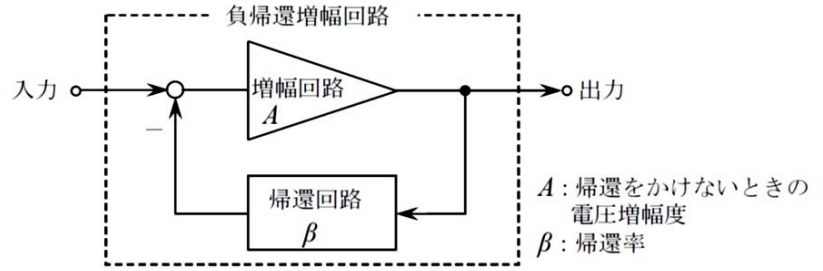


【解答】 4

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 β を 0.2 とする。

- 1 3.2
- 2 4.9
- 3 10.5
- 4 20.0
- 5 40.0



【解答】 2

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 40 ですから、入力は「40 引いたら 1 になる値」すなわち 41 となります。したがって回路全体では「41 を入力したら 200 が出力される」ことになるので、 $200 \div 41 \approx 4.9$ 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 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。
- 2 64QAM方式は、64個の信号点を持つQAM方式である。
- 3 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、信号点間距離が短くなるので、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やすくなる。
- 4 64QAM方式は、QPSK(4PSK)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16倍の情報量を伝送できる。

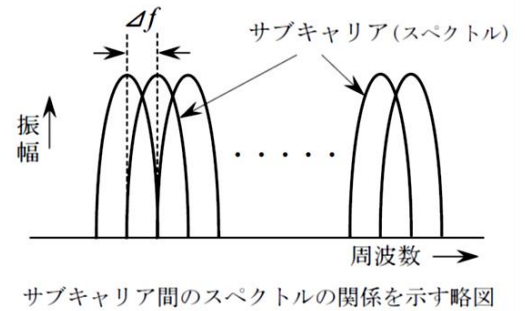
【解答】 4

一度に4ビットの情報を載せる4PSKと64ビットの情報を載せる64QAMを比べると16倍の情報量で正しいような気がしますが、これは誤りです。

4ビットは 2^2 なので2進数2桁、64ビットは 2^6 なので2進数6桁の情報量です。したがって3倍が正しい値です。

〔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 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。
- 2 各サブキャリアを分割してユーザが利用でき、必要なチャネル相当分を周波数軸上に多重化できる。
- 3 単一キャリアのみを用いた伝送方式に比べて、OFDM 伝送方式では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ことで、サブキャリア 1 本当たりのシンボルレートを高くできる。
- 4 図に示すサブキャリアの周波数間隔 Δf 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。
- 5 OFDM 伝送方式を用いると、一般に単一キャリアのみを用いた伝送方式に比べマルチパスによる遅延波の影響を受け難い。



【解答】 3

定番問題です。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。

また情報を分散して載せるということはサブキャリア 1 本あたりのシンボルレートが低くなることを意味するため、やはり雑音や妨害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 映像周波数による混信妨害は、中間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。
- 2 相互変調妨害は、一つの希望波信号を受信しているときに、二以上の強力な妨害波が到来し、それが、受信機の非直線性により、受信機内部に希望波信号周波数又は受信機の間周波数と等しい周波数を発生させたときに生じる。
- 3 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。
- 4 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。

【解答】 1

映像周波数による混信妨害は、周波数混合器において±両側が受信できてしまうことが原因で発生するため、中間周波増幅器の選択度ではなく高周波増幅器の選択度向上で対処します。

【11】 次の記述は、デジタル無線通信に用いられる一つの回路(装置)について述べたものである。該当する回路の一般的な名称として適切なものを下の番号から選べ。

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、波形ひずみとなって現れてビット誤り率が大きくなる原因となるため、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。

- 1 符号器
- 2 導波器
- 3 等化器
- 4 分波器

【解答】 3

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、送受信アンテナ間に複数の伝送路を形成して、□ A □ 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	空間	信号処理	伝送遅延を多く
2	空間	信号処理	高速伝送
3	空間	グレイ符号化	伝送遅延を多く
4	時分割	信号処理	伝送遅延を多く
5	時分割	グレイ符号化	高速伝送

【解答】 2

MIMO は、送受信アンテナ間で複数の伝送路を作り、それを利用して空間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) 複数の地球局が、それぞれ別々の周波数の電波を、適切なガードバンドを設けて互いに周波数帯が重なり合わないようにして、送出する多元接続方式を □A□ 方式といい、そのうち、1音声チャンネルの伝送のために1搬送波を用いる方式を □B□ 方式という。
- (2) 回線割当方式は大別して二つあり、このうち地球局からの回線割当て要求が発生するたびに回線を設定する方式を □C□ 方式という。

	A	B	C
1	FDMA	MCPC	プリアサイメント
2	FDMA	SCPC	デマンドアサイメント
3	TDMA	MCPC	プリアサイメント
4	TDMA	MCPC	デマンドアサイメント
5	TDMA	SCPC	デマンドアサイメント

【解答】 2

FDMAは周波数多重です。これは複数の局が別々の周波数帯域を利用する方式なので、ガードバンドを挟んで互いに重ならないようにします。1音声チャンネルの伝送に1搬送波を用いる方式はSCPC方式といいます。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おいて、伝搬損失を少なくする方法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。

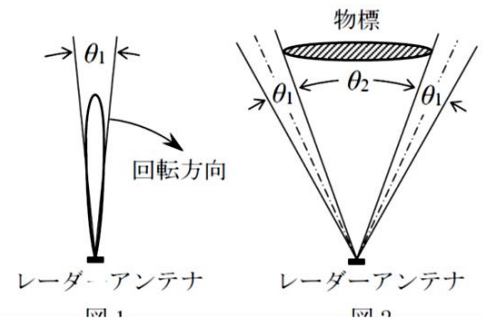
- 1 反射板に対する電波の入射角度を大きくして、入射方向を反射板の反射面と平行に近づける。
- 2 反射板を二枚使用するときは、反射板の位置を互いに近づける。
- 3 反射板の面積を大きくする。
- 4 中継区間距離は、できるだけ短くする。

【解答】 1

反射板を用いて電波を中継するとき、入射方向をできるだけ反射板の反射面と垂直にしたほうが低損失となります。これはちょうど、夏の日が高い時期の方がより地面が強く熱されるのと同じです。

〔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、送信パルス幅を狭くする。
- 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 θ_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 θ_1 、観測点からみた物標をはさむ角を θ_2 とすると、レーダー画面上での物標の表示幅は、ほぼ $\theta_2 - 2\theta_1$ に相当する幅となる。



【解答】 4

$\theta_2 - 2\theta_1$ ではなく $\theta_2 + \theta_1$ です。

【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 40 [μ 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 1,200 [m] 2 3,000 [m] 3 4,000 [m] 4 5,000 [m] 5 6,000 [m]

【解答】 5

電波は 1 秒間に 30 万 km 伝播しますから、 $30 \text{ 万 km} \times 0.00004 = 12000\text{m}$ 、これが往復距離なので 2 で割ると 6000m と求まります。

[17] 無線局の送信アンテナの絶対利得が 39 [dBi]、送信アンテナに供給される電力が 80 [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 48 [dBW]

2 51 [dBW]

3 58 [dBW]

4 77 [dBW]

5 119 [dBW]

【解答】 3

まず 80W を dBW に変換すると、 $1W \times 10 \times 2 \times 2 \times 2$ なので、 $10 + 3 + 3 + 3 = 19\text{dBW}$ です。

これに 39dB の利得を足した 58dBW 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。□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) 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が、反射鏡が放物面のものをパラボラアンテナといい、このうち副反射鏡を用いるものに □A□ アンテナがある。
- (2) 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 □B□ 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球面波は反射鏡により波面が一様な平面波となる。また、アンテナの開口面の面積が □C□ ほど前方に尖鋭な指向性が得られる。

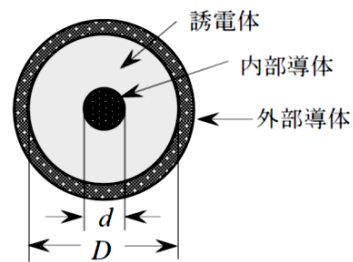
	A	B	C
1	フェーズドアレイ	ペンシル	小さい
2	フェーズドアレイ	ファン	大きい
3	フェーズドアレイ	ファン	小さい
4	カセグレン	ファン	小さい
5	カセグレン	ペンシル	大きい

【解答】 5

パラボラアンテナのうち、副反射鏡を用いるものとしてカセグレンアンテナやグレゴリアンアンテナがあります。これらの特徴として、高利得なペンシルビームのアンテナであり、開口面積が大きいほど先鋭な嗜好性が得られるという性質を持っています。

【19】 次の記述は、図に示す同軸ケーブル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 外部導体の内径寸法 D と内部導体の外径寸法 d の比 D/d の値が小さくなるほど、特性インピーダンスは大きくなる。
- 2 送信機及びアンテナに接続して使用する場合は、それぞれのインピーダンスと同軸ケーブルの特性インピーダンスを整合させる必要がある。
- 3 使用周波数が高くなるほど誘電損が大きくなる。
- 4 不平衡形の給電線として用いられる。

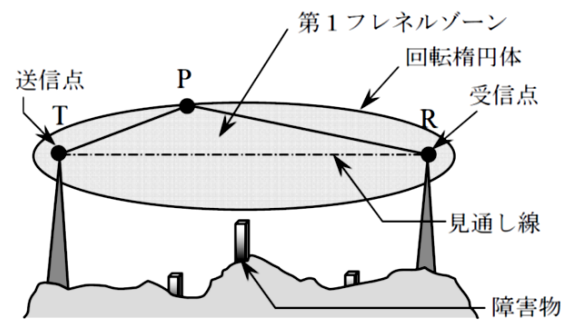


【解答】 1

寸法比が小さくなるほど特性インピーダンスは小さくなります。これは、外部導体と内部導体が接近すればするほどその間に構成されるコンデンサの静電容量が大きくなり、より大きな高周波電流が流れることから想像できるかと思います。

〔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 λ 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、□B□ 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。



A	B
1 $\lambda/2$	自由空間
2 $\lambda/4$	自由空間
3 $\lambda/4$	散乱波伝搬
4 $\lambda/2$	散乱波伝搬

【解答】 1

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。この内部や近隣に電波を反射する障害物が無ければ、自由空間に近い良好な伝搬特性を得ることができます。

【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、周波数選択性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。受信点に到来する電波の遅延時間を横軸に、各到来波の受信レベルを縦軸にプロットしたものは、□ C □ と呼ばれる。

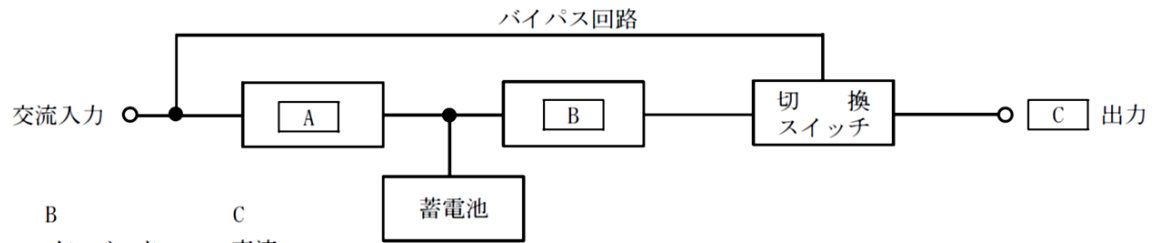
	A	B	C
1	高い	遅い	M 曲線
2	高い	速い	遅延プロファイル
3	低い	遅い	M 曲線
4	低い	速い	M 曲線
5	低い	遅い	遅延プロファイル

【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。

受信点に到来する電波の遅延時間と各到来波の受信レベルをプロットしたものは、遅延プロファイルと呼ばれています。

【22】 図は、無停電電源装置の基本的な構成例を示したものである。□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。



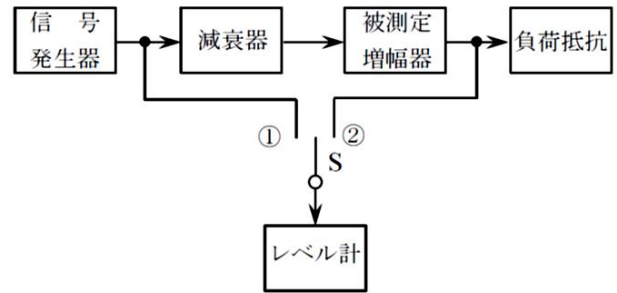
- | A | B | C |
|---------|-------|----|
| 1 発電機 | インバータ | 直流 |
| 2 整流器 | インバータ | 直流 |
| 3 整流器 | インバータ | 交流 |
| 4 インバータ | 整流器 | 交流 |
| 5 インバータ | 整流器 | 直流 |

【解答】 3

UPS は、交流をいったん整流器で直流に変換して蓄電池に蓄え、停電時に蓄電池からの直流電力をインバータで交流に変換して負荷に送り出します。

【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 17 [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 7 [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 1,000
- 2 750
- 3 500
- 4 350
- 5 250



【解答】 5

出題内容より、被測定増幅器は「-17dBm を入力したら 7dBm の出力が得られた」ことが分かるので、利得は 24dB だと分かります。10dB=10 倍、3dB=2 倍ですから、

$$24\text{dB} = 10\text{dB} + 10\text{dB} + 10\text{dB} - 3\text{dB} - 3\text{dB} \Leftrightarrow 10 \text{ 倍} \times 10 \text{ 倍} \times 10 \text{ 倍} \div 2 \text{ 倍} \div 2 \text{ 倍} = 250 \text{ 倍}$$

ということが求まります。

〔24〕 次の記述に該当する測定器の名称を下の番号から選べ。

観測信号に含まれている周波数成分を求めるための測定器であり、送信機の周波数特性、送信機のスプリアス、寄生振動等の分析に用いられるものである。表示器(画面)は、横軸に周波数、縦軸に振幅を表示する。

- 1 定在波測定器
- 2 周波数カウンタ
- 3 オシロスコープ
- 4 ボロメータ電力計
- 5 スペクトルアナライザ

【解答】 5

これはスペクトルアナライザの説明です。