

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、静止衛星通信の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) 衛星と地球局間の距離が 37,500km の場合、往路及び復路の両方の通信経路が静止衛星を経由する電話回線においては、送話者が送話を行ってからそれに対する受話者からの応答を受け取るまでに、電波の伝搬による遅延が約 □A□ あるため、通話の不自然性が生じることがある。
- (2) 静止衛星は、□B□ の頃の夜間に地球の影に入るため、その間は衛星に搭載した蓄電池で電力を供給する。
- (3) □C□ 個の通信衛星を赤道上空に等間隔に配置することにより、極地域を除く地球上のほとんどの地域をカバーする通信網が構成できる。
- | | A | B | C |
|---|-------|--------|---|
| 1 | 0.5 秒 | 夏至及び冬至 | 2 |
| 2 | 0.5 秒 | 春分及び秋分 | 3 |
| 3 | 0.1 秒 | 春分及び秋分 | 2 |
| 4 | 0.1 秒 | 夏至及び冬至 | 3 |

【解答】 2

電波は 1 秒間に 30 万 km 飛びますから、赤道上空 37500km を往復するのに約 0.25 秒程度かかります。したがって、往復で 0.5 秒程度の遅延が生じます。

静止衛星は、春分・秋分の頃に地球の影に入ります。また、赤道上空に最低 3 個の衛星を配置することにより地球上のほとんどの地域をカバーします。

【2】 次の記述は、多重通信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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 各チャンネルが伝送路を占有する時間を少しずつずらして、順次伝送する方式を □A□ 通信方式という。この方式では、一般に送信側と受信側の □B□ のため、送信信号パルス列に □B□ パルスが加えられる。
- (2) PCM 方式による多重の中継回線等では、電話の音声信号 1 チャンネル当たりの基本の伝送速度が 64 [kbps] のとき、□C□ チャンネルで基本の伝送速度が約 1.54 [Mbps] になる。

	A	B	C
1	CDM	変換	24
2	FDM	同期	24
3	FDM	変換	12
4	TDM	同期	24
5	TDM	変換	12

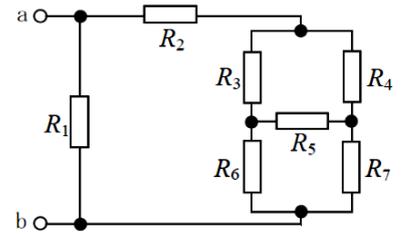
【解答】 4

TDM は Time Division Multiple つまり時分割多重方式で、複数の通信が少しずつ時間を変えながら順次伝送します。この方式においては、複数の信号の区切りを示すために同期パルスを加えることで、複数信号同士が干渉しないように工夫しています。

伝送速度 = 1 チャンネル当たりの伝送速度 × チャンネル数なので、 $1.54 \div 0.064 \div 24$ が答えです。

【3】 図に示す回路において、端子 ab 間の合成抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $R_1 = 75 [\Omega]$ 、 $R_2 = 38 [\Omega]$ 、 $R_3 = 4 [\Omega]$ 、 $R_4 = 6 [\Omega]$ 、 $R_5 = 4 [\Omega]$ 、 $R_6 = 16 [\Omega]$ 、 $R_7 = 24 [\Omega]$ とする。

- 1 12 [Ω]
- 2 24 [Ω]
- 3 30 [Ω]
- 4 36 [Ω]
- 5 42 [Ω]



【解答】 3

回路を見ると、端子 ab 間は、 R_1 と $R_2 \sim R_7$ の合成抵抗が並列になっていることが分かります。

また、 $R_3 \sim R_7$ はブリッジ回路であり、 $R_3 \times R_7 = R_4 \times R_6$ の条件が成立していることから、 R_5 は無視した回路にすることができます。すると、 $R_3 \sim R_7$ の部分は、 R_3 と R_6 の直列である 20Ω と、 R_4 と R_7 の直列である 30Ω が並列になっているものとみなせます。これを計算すると、 $(20 \times 30) \div (20 + 30) = 12 \Omega$ となります。

これと R_2 を直列にすると、合計 50Ω です。

以上のことから、端子 ab 間から見た抵抗値は、 $R_1 = 75 \Omega$ と R_2 より先 $= 50 \Omega$ が並列になったものと見なせるので、 $(75 \times 50) \div (75 + 50) = 30 \Omega$ と求められます。

【4】 次の記述は、デシベルを用いた計算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。ただし、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

- 1 1 [mW] を 0 [dBm] としたとき、0.2 [W] の電力は 33 [dBm] である。
- 2 1 [$\mu\text{V}/\text{m}$] を 0 [dB $\mu\text{V}/\text{m}$] としたとき、0.1 [mV/m] の電界強度は 50 [dB $\mu\text{V}/\text{m}$] である。
- 3 出力電力が入力電力の 400 倍になる増幅回路の利得は 52 [dB] である。
- 4 1 [μV] を 0 [dB μV] としたとき、2 [mV] の電圧は 66 [dB μV] である。
- 5 電圧比で最大値から 6 [dB] 下がったところの電圧レベルは、最大値の $1/\sqrt{2}$ である。

【解答】 4

電力比 2 倍が 3dB で 10 倍が 10dB、電圧比 2 倍が 6dB、10 倍が 20dB であることを念頭に置きます。

1…1mW を 0dBm とすると、10mW が 10dBm、100mW=0.1W が 20dBm、0.2W が 23dBm となります。

2…1 μV =0.001mV ですから、0.01mV/m が 20dB $\mu\text{V}/\text{m}$ 、0.1mV/m が 40dB $\mu\text{V}/\text{m}$ となります。

3…10 倍が 10dB、100 倍が 20dB、200 倍が 23dB、400 倍が 26dB となります。

4…1 μV =0.001mV ですから、0.01mV が 20dB μV 、0.1mV が 40dB μV 、1mV が 60dB μV 、2mV が 66dB μV となり、正しい記述です。

5…電圧比 2 倍が 6dB ですから、1/2 倍が -6dB です。

【5】 次の記述は、半導体及び半導体素子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 PN接合ダイオードは、電流がN形半導体からP形半導体へ一方向に流れる整流特性を有する。
- 2 不純物を含まないSi(シリコン)、Ge(ゲルマニウム)等の単結晶半導体を真性半導体という。
- 3 ホトダイオードは、光信号を電気信号に変換する特性を利用するものである。
- 4 P形半導体の多数キャリアは、正孔である。

【解答】 1

1…電流はP→Nの方向に流れます。

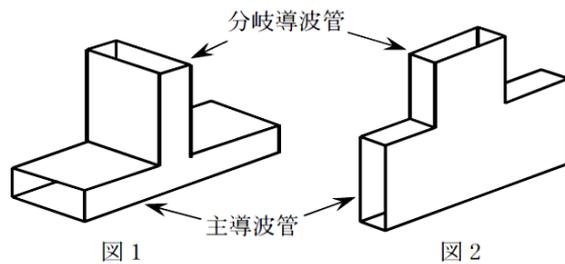
2…正しい記述です。

3…正しい記述です。

4…正しい記述です。

[6] 次の記述は、図に示す T 形分岐回路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、電磁波は TE_{10} モードとする。

- 1 図 1 に示す T 形分岐回路は、分岐導波管が主導波管の磁界 H と平行な面内にある。
- 2 図 1 において、 TE_{10} 波が分岐導波管から入力されると、主導波管の左右に等しい大きさで伝送される。
- 3 図 2 に示す T 形分岐回路は、H 面分岐又は並列分岐ともいう。
- 4 図 2 において、 TE_{10} 波が分岐導波管から入力されると、主導波管の左右の出力は同位相となる。

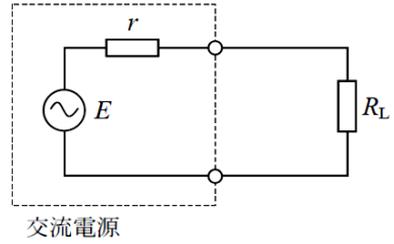


【解答】 1

分岐導波管は主導波管の電界と並行面です。

【7】 図に示すように、起電力 E が 100 [V] で内部抵抗が r の交流電源に、負荷抵抗 R_L を接続したとき、 R_L で消費される電力の最大値(有能電力)が 50 [W] であった。このときの R_L の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 50 [Ω]
- 2 75 [Ω]
- 3 100 [Ω]
- 4 150 [Ω]
- 5 200 [Ω]



【解答】 1

俗にいう最大電力の定理より、 $r=R_L$ のときに負荷の電力は最大になります。このとき R_L で消費される電力が 50W ということは、 r で消費される電力も 50W です。これを電源から見ると、100V の電源に対して合計 100W の電力が消費されている状態と見なせます。したがって、 $P=V^2/R$ より、 r と R_L の合計抵抗値が 100 Ω であることが分かるので、 R_L の値は 50 Ω ということになります。

【8】 一般的なパルス符号変調(PCM)における符号化についての記述として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 音声などの連続したアナログ信号を一定の時間間隔で抽出し、それぞれの振幅を持つパルス列とする。
- 2 量子化されたパルス列の1パルスごとにその振幅値を2進符号に変換する。
- 3 アナログ信号から抽出したそれぞれのパルス振幅を、何段階かの定まったレベルの振幅に変換する。
- 4 一定数のパルス列にいくつかの余分なパルスを付加して、伝送時のビット誤り制御信号にする。
- 5 受信したPCMパルス列から情報を読み出し、アナログ値に変換する。

【解答】 2

1は標本化、2は符号化、3は量子化、4は冗長化、5はD/A変換(復号化)です。

【9】 次の記述は、スペクトル拡散(SS)通信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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) スペクトル拡散方式には、□A□方式、周波数ホッピング方式などがある。
- (2) □A□方式を用いる符号分割多元接続(CDMA)の特徴は、□B□が良いこと、混信妨害の影響が小さいことなど優れた点がある。反面、基地局と移動局間の距離差などによって発生する遠近問題があり、この対策として□C□送信機の送信電力の制御が行われている。

	A	B	C
1	同時通話	冗長性	移動局側
2	同時通話	秘匿性	基地局側
3	同時通話	冗長性	基地局側
4	直接拡散	秘匿性	基地局側
5	直接拡散	秘匿性	移動局側

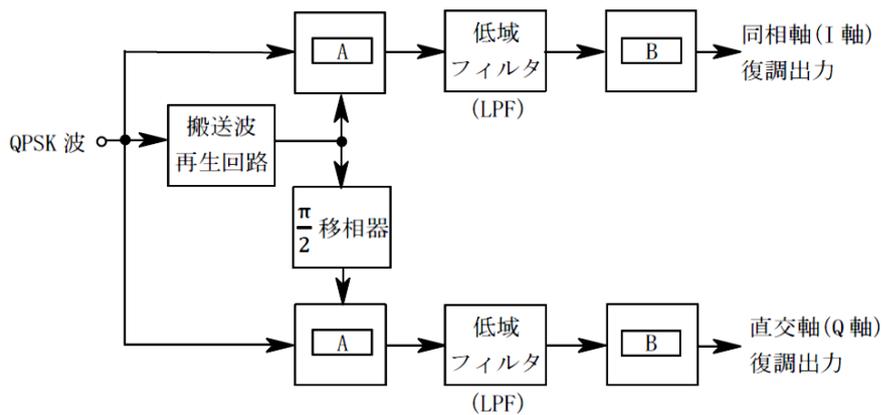
【解答】 5

スペクトル拡散方式としては、直接拡散や周波数ホッピング方式などがあります。

直接拡散方式を用いた CDMA の特徴としては、秘匿性が高いことなどの利点がありますが、基地局に到達する各移動局からの電波の強度がほぼ同じになる必要があるため、移動局側の送信機の送信電力制御が行われます。

[10] 次の図は、同期検波による QPSK (4PSK) 復調器の原理的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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- | A | B |
|--------|--------|
| 1 分周回路 | スケルチ回路 |
| 2 乗算器 | スケルチ回路 |
| 3 乗算器 | 識別器 |
| 4 リミッタ | スケルチ回路 |
| 5 リミッタ | 識別器 |



【解答】 3

QPSK 波の復調には、搬送波とそれを $\pi/2$ 移相させた信号波とを乗算し、それぞれ LPF に通したあと識別器でデジタル信号に戻します。

〔11〕 受信機で発生する相互変調による混信についての記述として、正しいものを下の番号から選べ。

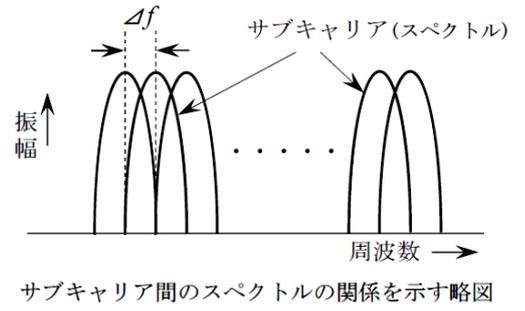
- 1 増幅回路及び音響系を含む回路が、不要な帰還のため発振して、可聴音を発生すること。
- 2 増幅回路の配線等に存在するインダクタンスや静電容量により増幅回路が発振回路を形成し、妨害波を発振すること。
- 3 希望波信号を受信しているときに、妨害波のために受信機の感度が抑圧される現象。
- 4 一つの希望波信号を受信しているときに、二以上の強力な妨害波が到来し、それが、受信機の非直線性により、受信機内部に希望波信号周波数又は受信機の間周波数と等しい周波数を発生させ、希望波信号の受信を妨害する現象。

【解答】 4

1 はハウリング、2 は寄生発振、3 は感度抑圧、4 は相互変調の説明です。

【12】 直交周波数分割多重(OFDM)において、有効シンボル期間長(変調シンボル長)が $50 [\mu s]$ のとき、図に示すサブキャリアの周波数間隔 Δf の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 5 [kHz]
- 2 10 [kHz]
- 3 15 [kHz]
- 4 20 [kHz]
- 5 30 [kHz]



【解答】 4

周波数 f と周期 T の間には、 $T=1/f$ という関係があります。したがって、 $1 \div 0.00005[\text{秒}] = 20000[\text{Hz}]$ となりますから、答えは 20kHz と求まります。

〔13〕 衛星通信において、衛星中継器の回線(チャンネル)を地球局に割り当てる方式のうち、「呼の発生のたびに回線(チャンネル)を設定し、通信が終了すると解消する割り当て方式」の名称として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 FDMA
- 2 TDMA
- 3 SCPC
- 4 プリアサインメント
- 5 デマンドアサインメント

【解答】 5

呼の発生ごとにチャンネルを設定するのはデマンドアサインメントと呼びます。

〔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 反射板を二枚使用するときは、反射板の位置を互いに近づける。
- 2 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。
- 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】 2

反射板への電波の入射角度は、垂直に近い方が損失が小さくなります。

【15】 次の記述は、パルスレーダーの受信機に用いられる回路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) 近距離からの強い反射波があると、PPI表示の表示部の中心付近が明るくなり過ぎて、近くの物標が見えなくなる。このとき、STC回路により近距離からの強い反射波に対しては感度を□A□、遠距離になるにつれて感度を□B□で、近距離にある物標を探知しやすくすることができる。
- (2) 雨や雪などからの反射波によって、物標の識別が困難になることがある。このとき、FTC回路により検波後の出力を□C□して、物標を際立たせることができる。

	A	B	C
1	上げ(良くし)	下げ(悪くし)	反転
2	上げ(良くし)	下げ(悪くし)	積分
3	上げ(良くし)	下げ(悪くし)	微分
4	下げ(悪くし)	上げ(良くし)	積分
5	下げ(悪くし)	上げ(良くし)	微分

【解答】 5

PPI表示というのは、自分の船などが中心にあり、そこから周囲360°を回転して物標を表示していくものです。したがって、中心付近は自分から近いので、反射波も強力となり、明るくなりすぎることがあります。このときにSTC回路を利用し、近距離からの反射波に対する感度を落とし、遠距離からの信号に対する感度を上げて物標を検知しやすくすることが行われます。

雨や雪による反射波に対してはFTC回路によって信号を微分し、物標反射波を際立たせます。

[16] 次の記述は、ドップラー効果を利用したレーダー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) アンテナから発射された電波が移動している物体で反射される
とき、反射された電波の □ A □ が偏移する現象をドップラー効果
という。移動している物体が、電波の発射源から遠ざかっている
ときは、移動している物体から反射された電波の □ A □ は、発射
された電波の □ A □ より □ B □ なる。 | A | B | C |
| (2) この効果を利用したレーダーは、□ C □ や、竜巻や乱気流の発
見や観測に利用される。 | 1 周波数 | 高く | 移動物体の速度測定 |
| | 2 周波数 | 高く | 海底の地形の測量 |
| | 3 周波数 | 低く | 移動物体の速度測定 |
| | 4 振幅 | 低く | 海底の地形の測量 |
| | 5 振幅 | 高く | 移動物体の速度測定 |

【解答】 3

ドップラー効果は、救急車とすれ違うときに発生するので有名です。この時電波や音波の周波数が変化します。移動している物体が近づく場合は高い周波数、離れる場合は低い周波数になります。

この効果を利用したドップラーレーダーは、移動物体の速度測定や竜巻・乱気流の観測に用いられています。

【17】 次の記述は、回転放物面を反射鏡として用いる円形パラボラ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 一次放射器は、回転放物面の反射鏡の焦点に置く。
- 2 主ビームの電力半値幅の大きさは、開口面の直径に反比例し、波長に比例する。
- 3 放射される電波は、ほぼ平面波である。
- 4 一次放射器などが鏡面の前方に置かれるため電波の通路を妨害し、電波が散乱してサイドローブが生じ、指向性を悪化させる。
- 5 利得は、開口面の面積と波長に比例する。

【解答】 5

アンテナの性能は、アンテナが大きくなるほど、そしてアンテナに対して相対的に電波の波長が短くなるほど向上します。

[18] 次の記述は、送信アンテナと給電線との接続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。

- | | A | B | C |
|---|------|------|---|
| (1) アンテナと給電線のインピーダンスが整合しているとき、給電線からアンテナへの伝送効率が □A□ になる。 | 1 最大 | 生じる | 0 |
| (2) アンテナと給電線のインピーダンスが整合しているとき、給電線に定在波が □B□ 。 | 2 最大 | 生じない | 1 |
| (3) アンテナと給電線のインピーダンスが整合しているとき、電圧定在波比(VSWR)の値は □C□ である。 | 3 最小 | 生じる | 0 |
| | 4 最小 | 生じない | 1 |

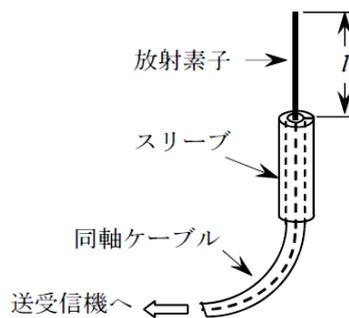
【解答】 2

アンテナと給電線のインピーダンスが整合しているとき、伝送効率は最大になります。また、整合していない場合、進行波と反射波が重なり合って定在波が生じます。

アンテナと給電線のインピーダンスが完全に整合しているとき、VSWRの値は1となります。

[19] 図に示す、周波数 130 [MHz] 用のスリーブアンテナの放射素子の長さ l の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 0.39 [m]
- 2 0.49 [m]
- 3 0.58 [m]
- 4 0.65 [m]
- 5 0.81 [m]



【解答】 3

スリーブアンテナの放射素子は $1/4$ 波長です。

130MHz の電波の波長は、 $300 \div 130 \approx 2.3\text{m}$ なので、これをさらに 4 で割って約 0.58m となります。

[20] 送信アンテナの地上高を 196 [m]、受信アンテナの地上高を 1 [m] としたとき、送受信アンテナ間の電波の見通し距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、大地は球面とし、標準大気における電波の屈折を考慮するものとする。

- 1 61 [km]
- 2 53 [km]
- 3 46 [km]
- 4 40 [km]
- 5 35 [km]

【解答】 1

$d = 4.12 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$ の式を暗記している必要がある出題です。

これを計算すると、 $4.12 \times (14 + 1) \approx 61$ となります。

【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、また移動速度が速い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電波の遅延時間に差があるため、広帯域伝送では、一般に帯域内の各周波数の振幅と位相の変動が一樣ではなく、伝送路の周波数特性が劣化し、伝送信号の波形ひずみが生じる。到来する電波の遅延時間を横軸にとり、各到来波の受信レベルを縦軸にプロットしたものは、□B□と呼ばれる。

	A	B
1	低い	フレネルゾーン
2	低い	遅延プロファイル
3	高い	フレネルゾーン
4	高い	遅延プロファイル

【解答】 4

フェージングは、周波数が高く(波長が短く)、移動速度が速いほど変動が大きくなります。

到来する電波の遅延時間と受信レベルの関係を描いたグラフは、遅延プロファイルと呼ばれます。

〔22〕 次の記述は、図に示す図記号のサイリス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 P形半導体とN形半導体を用いたPNPN構造である。
- 2 アノード、カソード及びゲートの3つの電極がある。
- 3 カソード電流でアノード電流を制御する増幅素子である。
- 4 導通(ON)及び非導通(OFF)の二つの安定状態をもつ素子である。



【解答】 3

サイリスタはPNPN構造を持ち、アノード・カソード・ゲートの3端子を持っています。

電氣的動作としては、ゲート電流によってアノード・カソード間を流れる電流をスイッチング制御可能なダイオードとして振る舞います。

【23】 次の記述に該当する測定器の名称を下の番号から選べ。

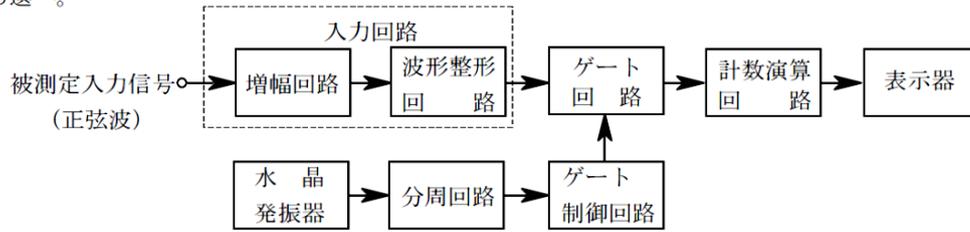
観測信号に含まれている周波数成分を求めるための測定器であり、送信機の周波数特性、送信機のスプリアス、寄生振動等の分析に用いられるものである。表示器(画面)は、横軸に周波数、縦軸に振幅を表示する。

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

【解答】 2

このような機能を持つ測定器をスペクトラムアナライザと呼びます。

【24】 次の記述は、図に示す周波数カウンタ(計数形周波数計)の動作原理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 水晶発振器と分周回路で、擬似的にランダムな信号を作り、ゲート制御回路の制御信号として用いる。
- 2 T 秒間にゲート回路を通過するパルス数 N を、計数演算回路で計数演算すれば、周波数 F は、 $F = N/T$ [Hz] として測定できる。
- 3 被測定入力信号の周波数が高い場合は、波形整形回路とゲート回路の間に分周回路が用いられることもある。
- 4 被測定入力信号は入力回路でパルスに変換され、被測定入力信号と同じ周期を持つパルス列が、ゲート回路に加えられる。

【解答】 1

水晶発振器と分周回路で正確なタイミング信号を作り、これでゲート回路を制御します。