

GA107

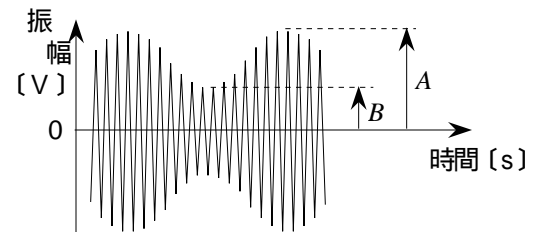
## 第二級陸上無線技術士「無線工学A」試験問題

(参考) 試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

25問 2時間30分

- A - 1 図は、単一正弦波で変調した AM (A3E) 変調波をオシロスコープで観測した波形の概略図である。振幅の最小値 ( $B$  [V]) と最大値 ( $A$  [V]) との比 ( $B/A$ ) の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、変調度は 50 [%] とする。

- 1 1/4
- 2 1/3
- 3 1/2
- 4 2/3
- 5 3/4



- A - 2 次の記述は、周波数変調 (FM) 通信に用いられるエンファシス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 FM 通信方式では、受信信号がスレッショルドレベルよりも高いとき、受信信号に重畳している雑音のスペクトル分布が一様であれば、復調後の雑音電圧のスペクトル分布も一様である。
- 2 エンファシスは、変調前に入力信号の周波数特性の高域成分を強調 (プレンファシス) し、復調後にプレンファシスの逆の周波数特性で高域成分を低減 (ディエンファシス) することにより、送受信の総合周波数特性を平坦にする。
- 3 図 1 に示すプレンファシス回路は、直流から周波数  $f_0$  までは平坦な周波数特性であるが、 $f_0$  以上では周波数に比例した特性が得られる。ただし、 $f_0$  は  $1/(2\pi R_1 C)$ 、 $C$  は時定数  $R_1$  とし、 $R_2/(R_1+R_2) = 1$  とする。
- 4 図 2 に示すディエンファシス回路は、直流から周波数  $f_0$  までは平坦な周波数特性であるが、 $f_0$  以上では周波数に反比例した特性が得られる。ただし、 $f_0$  は  $1/(2\pi R_1 C)$ 、 $C$  は時定数  $R_1$  とする。
- 5 プレンファシスの時定数  $C$  の値には、我が国の FM 放送では  $50 [\mu s]$  が用いられている。

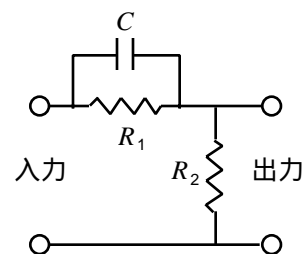


図 1 プレンファシス回路

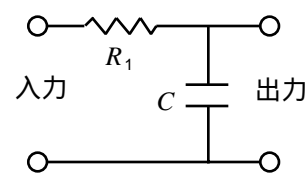


図 2 ディエンファシス回路

- A - 3 次の記述は、直交振幅変調 (QAM) 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) 送信側では、互いに直交する位相関係にある二つの搬送波を、複数の振幅レベルを持つデジタル信号  $i(t)$  [V] 及び  $q(t)$  [V] でそれぞれ振幅変調し、その出力を加算して送出する。このときの直交振幅変調波  $e(t)$  は、次式で表される。ただし、 $\omega_c$  [rad/s] は、搬送波の角周波数を示す。

$$e(t) = \square A + q(t) \sin \omega_c t \text{ [V]}$$

- (2) 受信側では、互いに直交する位相関係にある二つの復調搬送波を用いてデジタル信号を復調する。復調搬送波  $e_L(t)$  が  $e_L(t) = \cos(\omega_c t - \theta) \text{ [V]}$  のとき、同期検波を行って低域フィルタを通すと、 $\theta = 0$  で、□ B が復調され、 $\theta = \pi/2$  で、□ C が復調される。

	A	B	C
1	$i(t) \sin \omega_c t$	$i(t)$	$q(t)$
2	$i(t) \sin \omega_c t$	$q(t)$	$i(t)$
3	$i(t) \cos \omega_c t$	$i(t)$	$q(t)$
4	$i(t) \cos \omega_c t$	$q(t)$	$i(t)$
5	$i(t) \tan \omega_c t$	$i(t)$	$q(t)$

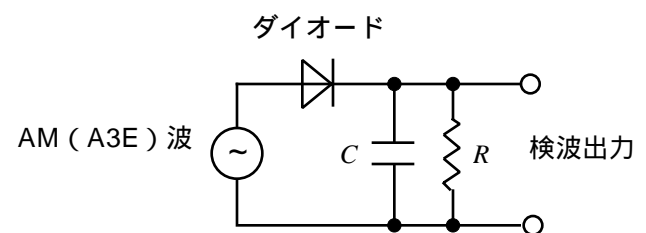
A - 4 次の記述は、我が国の NTSC 方式カラーテレビジョン映像信号の符号化について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 最高周波数が 4.2 [MHz] の映像信号を直線 PCM 符号化するときの標本化周波数は、標本化定理によれば、□ A □ 以上であればよい。
- (2) 標本化周波数が □ A □ 及び量子化ビット数が 8 ビットのときの PCM 符号の所要伝送速度は、□ B □ であり、映像信号の周波数帯域より広い帯域が必要になる。
- (3) 情報伝送量を低減するための高能率符号化方式では、映像信号中の近接した画素は、振幅などの値が類似していることが多く、また、人間の視覚は、輝度の変化又は動きの変化の □ C □ 領域では、量子化ビット数を少なくしても量子化雑音の影響を検知しにくいなどの特性を利用している。
- |   | A         | B            | C   |
|---|-----------|--------------|-----|
| 1 | 4.2 [MHz] | 33.6 [Mbps]  | 小さい |
| 2 | 4.2 [MHz] | 67.2 [Mbps]  | 大きい |
| 3 | 8.4 [MHz] | 67.2 [Mbps]  | 小さい |
| 4 | 8.4 [MHz] | 67.2 [Mbps]  | 大きい |
| 5 | 8.4 [MHz] | 134.4 [Mbps] | 小さい |

A - 5 図に示す直線検波回路に AM (A3E) 波を入力したとき、検波出力にひずみが生じない無ひずみ最大変調度  $m_o$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、抵抗  $R$  [ ] 及びコンデンサ  $C$  [F] の並列回路からなる負荷の搬送波に対するインピーダンスを  $\dot{Z}$  [ ] とすると、 $m_o$  と  $\dot{Z}$  及び  $R$  との間には、次の関係式が成り立つ。また、搬送波の周波数を 1 [MHz]、 $R$  の値を 10 [k]、 $C$  の値を  $\{ \sqrt{3}/(2) \} \times 10^{-10}$  [F] とする。

$$m_o = \left| \frac{\dot{Z}}{R} \right| \times 100 [\%]$$

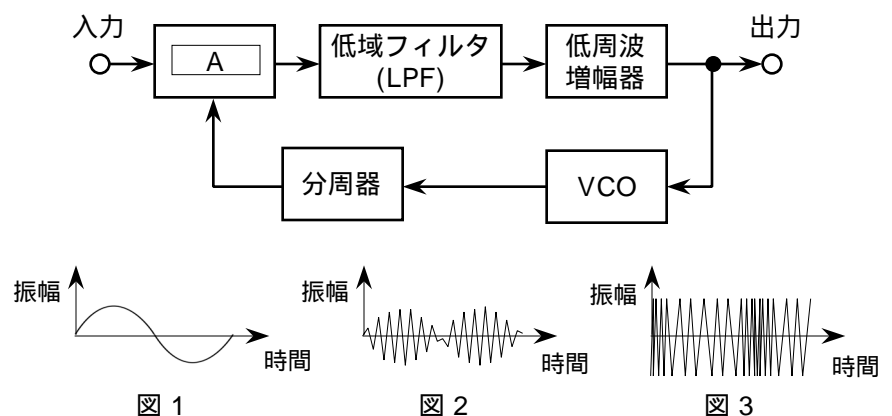
- |          |          |          |
|----------|----------|----------|
| 1 20 [%] | 2 30 [%] | 3 40 [%] |
| 4 50 [%] | 5 60 [%] |          |



A - 6 次の記述は、図に示す FM 受信機に用いられる位相同期ループ (PLL) 検波器の構成例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、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

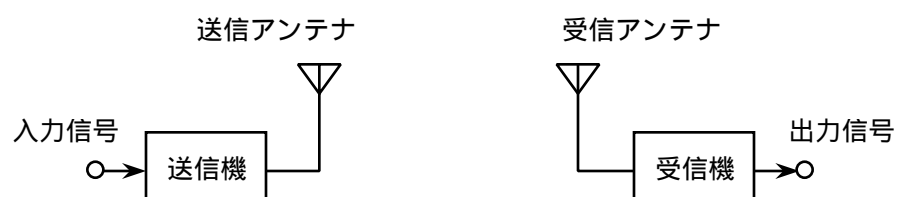
- (1) PLL 検波器は、□ A □、低域フィルタ (LPF)、低周波増幅器、電圧制御発振器 (VCO) 及び分周器で構成される。
- (2) この検波器に周波数変調波が入力されたとき、出力の波形は、□ B □ である。ただし、周波数変調波は、単一正弦波で変調されているものとし、搬送波の周波数と VCO の自走周波数は、同一とする。

- | A                 | B   |
|-------------------|-----|
| 1 位相検出 (比較) 器 PC) | 図 1 |
| 2 位相検出 (比較) 器 PC) | 図 2 |
| 3 位相検出 (比較) 器 PC) | 図 3 |
| 4 直線検波器           | 図 1 |
| 5 直線検波器           | 図 3 |



A - 7 図に示す通信回線において、受信機の入力に換算した搬送波電力対雑音電力比 ( $C/N$ ) の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、送信機の送信電力 (平均電力) を 6 [dBW]、利得がそれぞれ -3 [dB] の送信アンテナ及び受信アンテナ間の伝搬損失を 128 [dB]、受信機の雑音電力の入力換算値を -163 [dBW] とし、1 [W] を 0 [dBW] とする。

- 1 26 [dB]
- 2 29 [dB]
- 3 32 [dB]
- 4 35 [dB]
- 5 38 [dB]



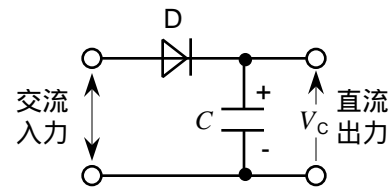
A - 8 スーパーヘテロダイン受信機の受信周波数が 8,400〔kHz〕のときの映像周波数の値として、正しいものを下の番号から選べ。  
ただし、中間周波数は 455〔kHz〕とし、局部発振器の発振周波数は、受信周波数より低いものとする。

- 1 7,490〔kHz〕      2 7,945〔kHz〕      3 8,400〔kHz〕      4 8,855〔kHz〕      5 9,310〔kHz〕

A - 9 次の記述は、図に示すコンデンサ入力形平滑回路を持つ単相半波整流回路に用いるダイオード D の逆耐電圧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、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。また、交流入力は、単一の正弦波とする。

- (1) 無負荷のとき、コンデンサ C の両端の電圧  $V_C$ 〔V〕は、交流入力の電圧の □ A □ とほぼ等しい。  
(2) ダイオード D が非導通 (OFF) のとき、D に加わる逆電圧の最大値は、交流入力の電圧の □ A □ のほぼ □ B □ 倍になる。  
(3) 交流入力の実効値で 10〔V〕のとき、D に必要な逆耐電圧の値は、約 □ C □ である。

	A	B	C
1	平均値	1.4	20〔V〕
2	平均値	2	28〔V〕
3	実効値	1.4	14〔V〕
4	最大値	1.4	20〔V〕
5	最大値	2	28〔V〕



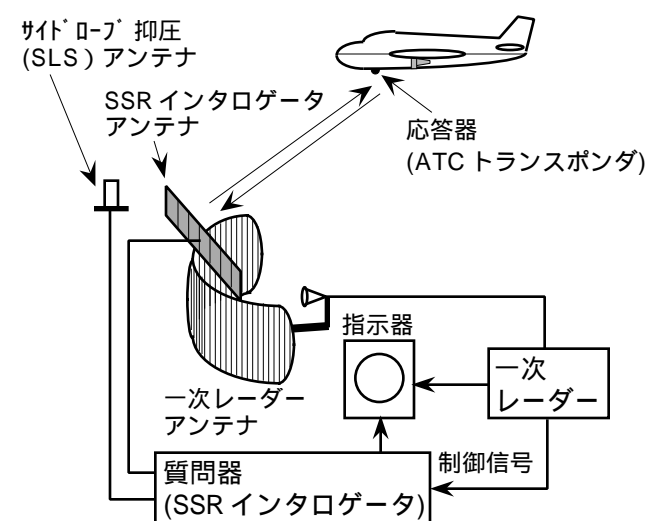
A - 10 次の記述は、無停電電源装置用二次電池の浮動充電方式について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

	A	B	C
(1) 充電器、蓄電池及び負荷を □ A □ に接続し、蓄電池には自己放電を補う程度の電流で常に充電を行う。	1 直列	充電器	負荷
(2) 通常の使用状態では、負荷には □ B □ から電流が供給される。	2 直列	蓄電池	蓄電池
(3) 充電器の電圧変動が □ C □ で吸収されるので、供給電圧が安定する。	3 並列	充電器	負荷
	4 並列	蓄電池	負荷
	5 並列	充電器	蓄電池

A - 11 次の記述は、図に示す航空用二次監視レーダー (SSR) 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) SSR は、航空機の識別及び □ A □ を得るための二次監視レーダーであり、通常、航空路監視レーダー (ARSR) などの一次レーダーと組み合わせて用いられる。SSR の情報は、一次レーダーによる情報とともに指示器上に表示される。  
(2) 質問器 (SSRインタロゲータ) は、一次レーダーと □ B □ 動作し、質問モードパルスで変調したパルス列を SSRインタロゲータアンテナより送出する。航空機上の応答器 (ATCトランスポンダ) は、この電波を受信し、応答信号を送り返す。  
(3) 応答信号は、一次レーダーによる航空機からの □ C □ に比べて信号強度が大きいため、気象条件や航空機の形状に影響されにくい。

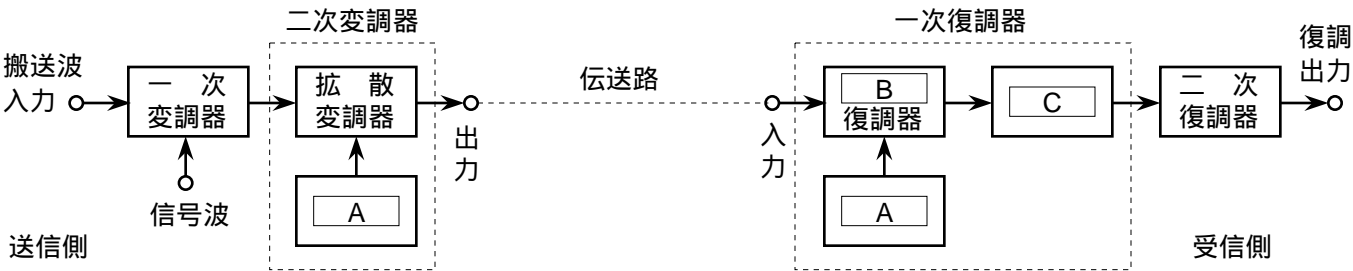
	A	B	C
1	高度情報	同期して	応答信号
2	高度情報	非同期で	応答信号
3	高度情報	同期して	反射信号
4	方位情報	非同期で	反射信号
5	方位情報	同期して	応答信号



A - 12 パルスレーダーの距離分解能の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、距離分解能は、アンテナから同じ方位にある二つの物標を分離して確認できる最小距離差を表すものとする。また、送信パルス幅は  $0.2\text{ }\mu\text{s}$  とし、二つの物標からの反射波のレベルは同一とする。

- 1
- 7.5 [m]
- 2
- 30 [m]
- 3
- 75 [m]
- 4
- 300 [m]
- 5
- 750 [m]

A - 13 図は、直接拡散（DS）形スペクトル拡散通信方式の原理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。ただし、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。



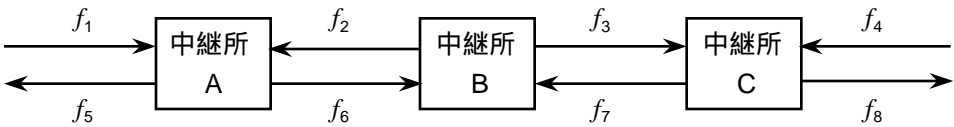
- | A          | B   | C        |
|------------|-----|----------|
| 1 方形波発振器   | 逆拡散 | 帯域除去フィルタ |
| 2 方形波発振器   | PCM | 帯域フィルタ   |
| 3 PN 符号発生器 | 逆拡散 | 帯域除去フィルタ |
| 4 PN 符号発生器 | PCM | 帯域除去フィルタ |
| 5 PN 符号発生器 | 逆拡散 | 帯域フィルタ   |

A - 14 次の記述は、雑音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) 増幅回路の内部で発生する内部雑音には、熱雑音及び□A
  
 などがある。
- (2) トランジスタから発生するフリッカ雑音は、周波数が1オクターブ上がるごとに電力密度が  $3\text{ [dB]}$  □Bする。
- (3) トランジスタから発生する分配雑音は、フリッカ雑音の周波数領域より □C周波数領域で発生する。

- | A            | B  | C  |
|--------------|----|----|
| 1 散弾（ショット）雑音 | 減少 | 低い |
| 2 散弾（ショット）雑音 | 増加 | 高い |
| 3 散弾（ショット）雑音 | 減少 | 高い |
| 4 コロナ雑音      | 増加 | 低い |
| 5 コロナ雑音      | 減少 | 高い |

A - 15 次の記述は、図に示すマイクロ波通信における2周波中継方式の一般的な送信及び受信周波数配置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。



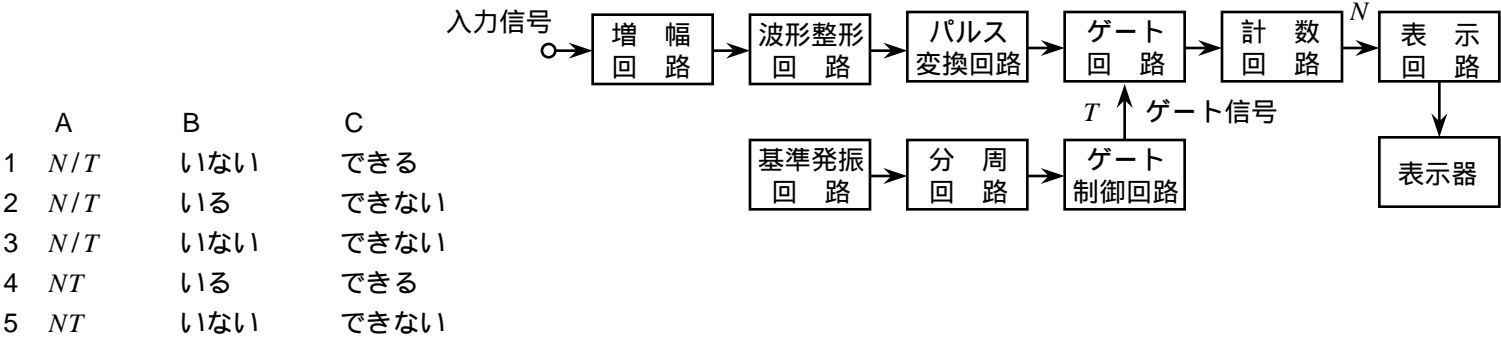
- 1 中継所 B の送信周波数<sub>2</sub> と、受信周波数  $f_7$  は異なる周波数である。
- 2 中継所 A の送信周波数<sub>6</sub> と、中継所 C の受信周波数<sub>3</sub> は同じ周波数である。
- 3 中継所 B の送信周波数<sub>3</sub> と、受信周波数  $f_6$  は異なる周波数である。
- 4 中継所 A の送信周波数<sub>6</sub>、 $f_6$  と、中継所 C の送信周波数<sub>7</sub>、 $f_8$  は全て同じ周波数である。
- 5 中継所 B の送信周波数<sub>2</sub> と、送信周波数  $f_3$  は同じ周波数である。

A - 16 次の記述は、シングルビームのブラウン管を用いた二現象オシロスコープ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 二つの現象を蛍光面に表示することにより、スペクトルの分布を解析することができる。
- 2 オルタネート（ALT）方式及びチョップ（CHOP）方式は、シングルビームをスイッチングする方式である。
- 3 オルタネート（ALT）方式は、二つの観測信号を高速（例えば 100〔kHz〕）でサンプリングし、一回の掃引期間の間に交互に表示する方式である。
- 4 チョップ（CHOP）方式は、二つの観測信号をそれぞれ交互に掃引して表示する方式である。
- 5 繰り返し周波数がサンプリングの周波数より十分低い信号の観測に適しているのは、オルタネート（ALT）方式である。

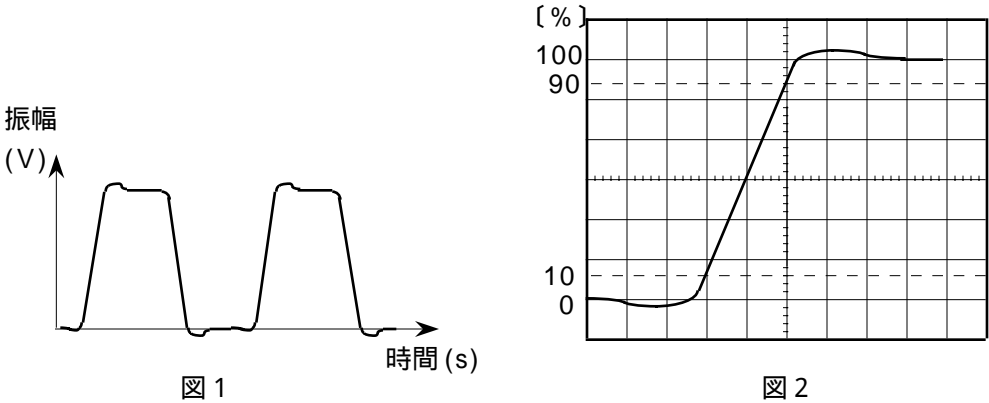
A - 17 次の記述は、図に示す計数形周波数計（カウンタ）の原理的構成例について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 入力信号を増幅し、波形整形回路で方形波に整形した後、その立ち上がり又は立ち下がりパルス変換回路で検出してパルス列に変換する。ゲート時間  $T$ 〔s〕の間にゲート回路を通過したパルス数  $N$  を計数回路で計数すると、周波数  $f$  は、□ A 〔Hz〕で表されるので、これを表示回路で演算し、表示器に表示する。
- (2) ±1 カウント誤差は、パルス列及びゲート信号の位相が同期して□ B ことによって生ずるため、計数回路で計数した後の補正が□ C 。

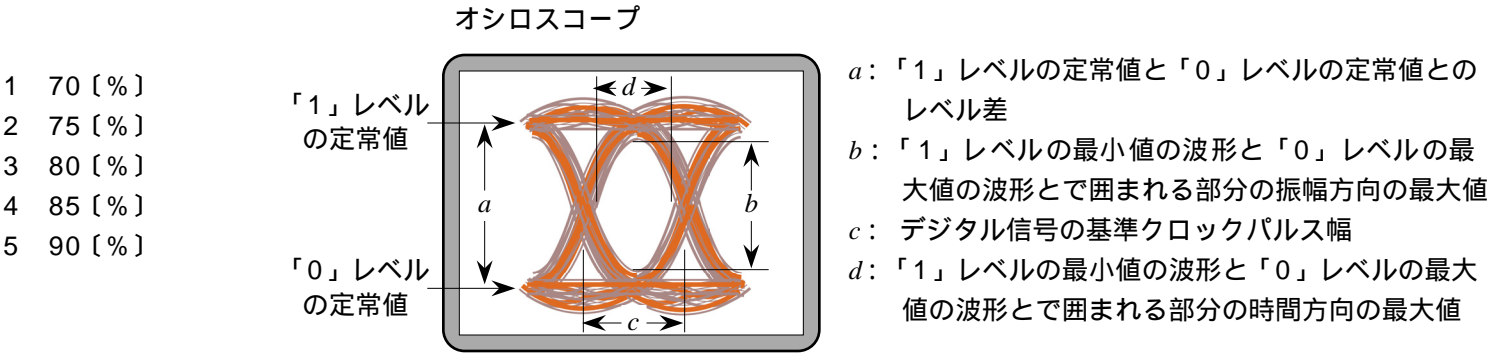


A - 18 図 1 に示すパルス信号の立ち上がり部分をオシロスコープに表示したところ、図 2 に示す波形が観測された。このパルスの立ち上がり時間の測定値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、水平軸の一目盛あたりの掃引時間を 5〔μs〕とする。

- 1 8〔μs〕
- 2 10〔μs〕
- 3 12〔μs〕
- 4 14〔μs〕
- 5 16〔μs〕



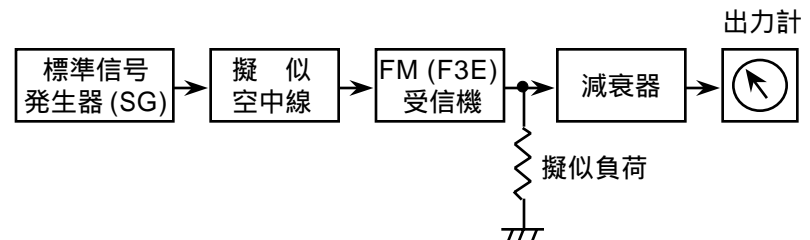
A - 19 図は、オシロスコープ上にデジタル信号のアイパターンを描いたものである。このアイパターンのアイ開口率の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $a$ 、 $b$ 、 $c$  及び  $d$  の値は、それぞれ 2〔V〕、1.7〔V〕、1.2〔μs〕及び 0.9〔μs〕とする。



A - 20 次の記述は、FM (F3E) 受信機の雑音制限感度の測定法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、擬似空中線の損失はないものとする。

- (1) 雑音制限感度は、入力のないときの受信機の雑音出力を、規定値（通常、20〔dB〕）だけ抑圧するのに必要な入力レベルで表される。図に示す構成例において、標準信号発生器（SG）を接（ON）にし、無変調出力を所定のレベルで擬似空中線を通して受信機に加える。受信機の AGC 及びスケルチを□にし、希望周波数に完全に同調をとる。このとき、雑音は抑圧され、出力計の指示は低下する。
- (2) 次に SG を断（OFF）にしてその出力を零にすると、雑音の強度が□なるので、減衰器の減衰量を調整して出力計の指示を所定の値（例えば 0〔dBm〕）にする。
- (3) 再び SG を接（ON）にし、その周波数を変えずに無変調でその出力を受信機に加えると雑音が抑圧されるので、減衰器の減衰量を規定の値（通常、20〔dB〕）だけ□し、出力計の指示が（2）と同じ値になるように SG の出力を調整する。このときの SG の出力が求める雑音制限感度である。

A	B	C
1 接（ON）	大きく	多く
2 接（ON）	小さく	少なく
3 断（OFF）	大きく	多く
4 断（OFF）	小さく	多く
5 断（OFF）	大きく	少なく



B - 次の記述は、SSB (J3E) 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を下の番号から選べ。

- (1) AM (A3E) 波の □ア を伝送して、変調信号を受信側で再現させる方式である。
- (2) 変調信号が同じとき、占有周波数帯幅は、AM (A3E) 波のほぼ □イ である。
- (3) 電波は、変調信号の □ウ 放射される。
- (4) AM (A3E) 波に比べ、選択性フェージングの影響を受け □エ 。
- (5) 搬送波が抑圧されているため、他の SSB 波の混信時にビート妨害を □オ 。

1 1/4	2 やすい	3 にくい	4 有無にかかわらず常に	5 一つの側波帯のみ
6 1/2	7 生ずる	8 生じない	9 有るときだけ	10 二つの側波帯

B - 2 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機において生ずることのある現象について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) ハウリングは、スピーカから出力された音が、受信機の回路素子を振動させるなどで正帰還を生ずることによって発振し、□ア を生ずる現象である。
- (2) 寄生振動は、発振器又は増幅器において、目的とする周波数と一定の関数関係に □イ 周波数で発振する現象である。
- (3) 混変調妨害は、受信機に希望波及び妨害波が入力されたとき、回路の非直線動作によって妨害波の変調信号成分で希望波の □ウ が変調を受ける現象である。
- (4) 相互変調妨害は、受信機に複数の電波が入力されたとき、回路の非直線動作によって各電波の周波数の整数倍の成分の □エ の成分が発生し、これらが希望周波数又は中間周波数と一致したときに生ずる現象である。
- (5) 映像周波数妨害は、妨害波の周波数が受信周波数より中間周波数の □オ 倍の周波数だけ高い、又は低いときに生ずる現象である。

1 ある	2 搬送波	3 変調信号	4 2	5 積
6 ない	7 可聴音	8 非可聴音	9 3	10 和又は差

B - 3 次の記述は、衛星通信に用いられる多元接続方式について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) FDMA 方式は、複数の搬送波をその周波数帯域が互いに重ならないように□ア軸上に配置する方式である。
- (2) FDMA 方式は、TDMA 方式に比べ、アクセス局数が□イと中継器の利用効率が悪くなる。
- (3) TDMA 方式は、□ウを分割して各地球局に割り当てる方式である。
- (4) TDMA 方式は、隣接する通信路間の衝突が生じないように□エを設ける。
- (5) CDMA 方式は、多数の地球局が中継器の同一の周波数帯域を□オに共用し、それぞれ独立に通信を行う。

- |      |       |      |       |           |
|------|-------|------|-------|-----------|
| 1 振幅 | 2 周波数 | 3 時間 | 4 少ない | 5 ガードバンド  |
| 6 位相 | 7 同時  | 8 交互 | 9 多い  | 10 ガードタイム |

B - 4 次の記述は、パルス符号変調 (PCM) 方式における標本化について述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。ただし、標本化周波数を  $f_s$  [Hz] とする。

- ア 標本化とは、アナログ信号の振幅を一定の周波数間隔で取り出すことをいう。
- イ 標本化定理によれば、入力のアナログ信号の最高周波数が  $f_s/2$  [Hz] より低い周波数のとき、標本化して得たパルス列からアナログ信号を完全に復元できる。
- ウ 入力のアナログ信号が  $f_s/2$  [Hz] 以上の周波数成分を含むと、標本化によって  $f_s/2$  [Hz] 以上の周波数に不要な成分が混入し、折返し雑音を生ずる。
- エ 標本化定理が成り立つためには、受信側の低域フィルタは、 $f_s/2$  [Hz] 以上の周波数成分を通過させない特性を持つ必要がある。
- オ 受信側の低域フィルタによる  $f_s/2$  [Hz] 以上の周波数成分の除去が不十分だと、標本化によって発生する  $f_s/2$  [Hz] 以上の不要な成分が低域フィルタから出力され、補間雑音を生ずる。

B - 5 次の記述は、誘導形可変リアクタンス減衰器について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 図 1 は、図 2 に示す円形導波管を用いた誘導形可変リアクタンス減衰器の構造例の等価回路である。図 1 において、入力電圧を  $e_i$  [V]、出力端子を開放したときの出力電圧を  $e_o$  [V]、コイルの自己インダクタンスを  $L_1$  [H] 及び  $L_2$  [H]、相互インダクタンスを  $M$  [H]、 $e_i$  の角周波数を  $\omega$  [rad/s]、 $L_1$  に流れる電流を  $i_1$  [A] とし、コイルの抵抗を無視すれば、 $e_i$  及び  $e_o$  は、それぞれ  $e_i = \square$  ア [V]、 $e_o = \square$  イ [V] であるから、 $e_o$  と  $e_i$  との比  $e_o/e_i$  は、次式で表される。  

$$e_o/e_i = M/L_1$$
 $e_o/e_i$  は、電圧の減衰量を表すので、 $M$  を変えることにより減衰量を加減することができる。ただし、 $L_2$  のリアクタンスの大きさが出力端子に接続する負荷インピーダンス  $Z$  [ ] の大きさより十分 □ ウ ないと減衰量に誤差を生ずる。
- (2) 図 2 において、結合用ループの一方を固定し、他方をピストン軸方向に動かして、二つのループ間の距離  $l$  [m] を変化させると結合用ループの □ エ インダクタンスが変化する。
- (3) 整合用抵抗体は、減衰器の入力及び出力側のインピーダンスの整合をとるために取り付けられている。これにより減衰器の直線性及びインピーダンス整合は良くなるが、定常的な □ オ が生ずる欠点がある。

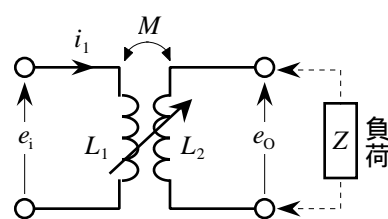


図 1

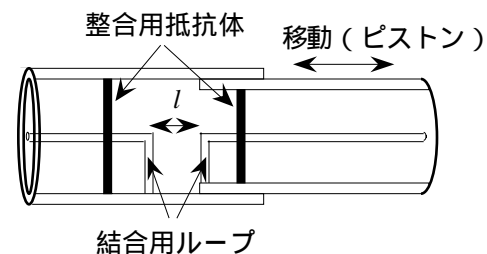


図 2

- |               |               |      |       |        |
|---------------|---------------|------|-------|--------|
| 1 $j M i_1$   | 2 $j i_1/M$   | 3 自己 | 4 大きく | 5 挿入損失 |
| 6 $j L_1 i_1$ | 7 $j L_2 i_1$ | 8 相互 | 9 小さく | 10 定在波 |