

GA501

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 次の記述は、我が国の地上系デジタル方式の標準テレビジョン放送に用いられる送信の標準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) 映像信号の情報量を減らすための圧縮方式には、 A が用いられる。
- (2) 圧縮された画像情報の伝送には、 B 方式が用いられる。
 この方式は、送信データを多数の搬送波に分散して送ることにより、単一キャリアのみを用いて送る方式に比べ伝送シンボルの継続時間が C になり、マルチパスの影響を軽減できる。

	A	B	C
1	JPEG	残留側波帯 (VSB)	長く
2	JPEG	直交周波数分割多重 (OFDM)	短く
3	MPEG2	直交周波数分割多重 (OFDM)	長く
4	MPEG2	直交周波数分割多重 (OFDM)	短く
5	MPEG2	残留側波帯 (VSB)	短く

A - 2 次の記述は、PSK や QAM のデジタル信号の帯域制限に用いられるロールオフフィルタ等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、デジタル信号のシンボル(パルス)期間長を T [s] (シンボル・レート: $1/T$ [sps]) とし、ロールオフフィルタの帯域制限の傾斜の程度を示す係数(ロールオフ率)を α ($0 \leq \alpha \leq 1$) とする。

- (1) 遮断周波数 $1/(2T)$ [Hz] の理想低域フィルタ(LPF)にインパルスを加えたときの出力応答は、中央のピークを除いて A [s] ごとに零点が現れる波形となる。この間隔でパルス列を伝送すれば、受信パルスの中央でレベルの識別を行うような検出に対して、前後のパルスの影響を受けることなく符号間干渉を避けることができる。
- (2) 理想 LPF の実現は困難であり、実際にデジタル信号の帯域制限に用いられるロールオフフィルタに、入力としてシンボル期間長 T [s] のデジタル信号を通すと、その出力信号(ベースバンド信号)の周波数帯域幅は、 B $/(2T)$ [Hz] で表される。
 また、無線伝送では、ベースバンド信号で搬送波を変調(振幅変調、位相変調)するので、その周波数帯域幅は、ベースバンド信号の C 倍となる。

	A	B	C
1	T	$(1 + \alpha)$	4
2	T	$(1 + \alpha)$	2
3	T	$(1 - \alpha)$	4
4	$2T$	$(1 + \alpha)$	2
5	$2T$	$(1 - \alpha)$	4

A - 3 次の記述は、BPSK(2PSK)信号及び QPSK(4PSK)信号の信号空間ダイアグラム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、信号空間ダイアグラムは、信号が取り得るすべての値を複素平面に表示したものである。信号点間距離は、雑音などがあるときの信号の復調・識別の余裕度を示すもので、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、最も短いものをいう。

- (1) 図 1 に示す BPSK 信号の信号空間ダイアグラムにおいて、信号点間距離は で表される。また、図 2 に示す QPSK 信号の信号空間ダイアグラムにおいて、信号点間距離は A で表される。
- (2) BPSK 信号及び QPSK 信号の信号点間距離を等しくして誤り率を同じにするためには、QPSK 信号の振幅を BPSK 信号の振幅の B 倍にする必要がある。

	A	B
1		2
2		2
3		$\sqrt{3}$
4		$\sqrt{2}$
5		$\sqrt{2}$

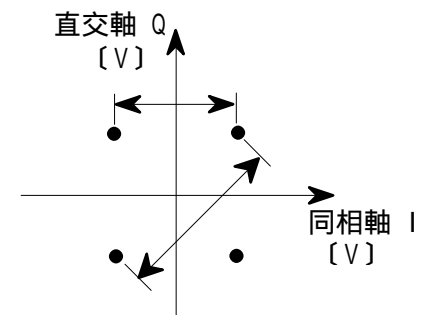
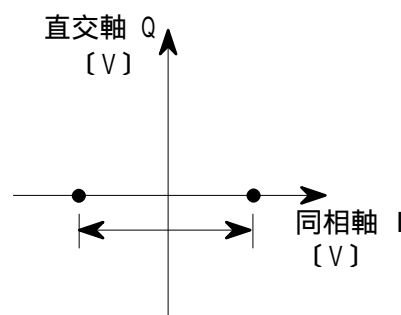


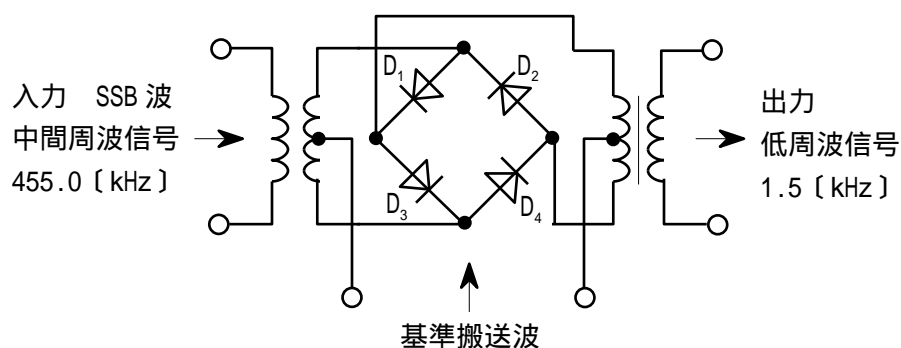
図 1 BPSK 信号空間ダイアグラム 図 2 QPSK 信号空間ダイアグラム

A - 4 AM(A3E)送信機において、搬送波電力 100 [W] の高周波を単一正弦波で振幅変調したとき、出力の平均電力が 118 [W] であった。このときの変調度の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 60 [%] 2 65 [%] 3 70 [%] 4 75 [%] 5 80 [%]

A - 5 図に示すリング復調回路に 1.5〔kHz〕の低周波信号で変調された SSB(J3E)波を中間周波信号に変換して入力したとき、出力成分中に原信号である低周波信号 1.5〔kHz〕が得られた。このとき基準搬送波の周波数として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、中間周波信号に変換された入力の SSB 波は、周波数が 455.0〔kHz〕で上側波帯を用いているものとする。

- 1 449.0〔kHz〕
- 2 450.5〔kHz〕
- 3 452.0〔kHz〕
- 4 453.5〔kHz〕
- 5 455.0〔kHz〕



A - 6 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の妨害波の周波数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) 妨害波の周波数と受信機の局部発振周波数とのなり(ビート)の周波数が □ A □ に等しいときは、希望波以外の不要な成分が受信機出力に生ずることがある。
- (2) 希望周波数が局部発振周波数より高いとき、妨害波の一つである影像周波数は、局部発振周波数より □ B □ 。

	A	B
1 局部発振周波数	低い	低い
2 局部発振周波数	高い	高い
3 中間周波数	低い	低い
4 中間周波数	高い	高い
5 信号周波数	高い	高い

A - 7 次の記述は、受信機の雑音制限感度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) 雑音制限感度は、受信機の出力側において、□ A □ を得るためにどれだけ □ B □ 電波まで受信できるかの度合いを示す量を用いる。
- (2) 2つの受信機の総合利得が等しいとき、それぞれの出力信号中に含まれる内部雑音の □ C □ 方が雑音制限感度が良い。

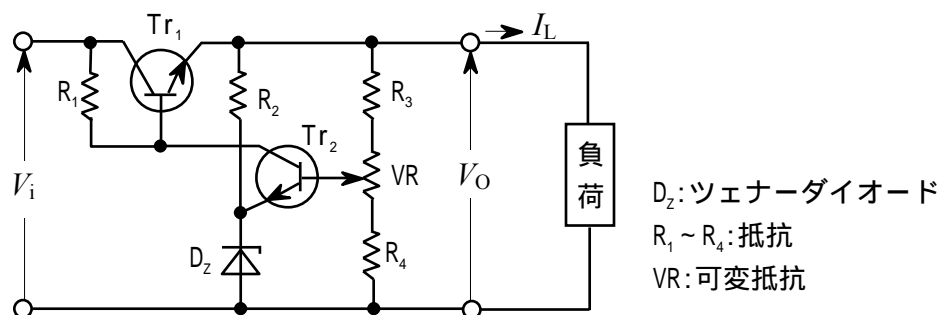
A	B	C
1 規定の信号出力	強い	小さい
2 規定の信号出力	弱い	大きい
3 規定の信号出力及び規定の信号対雑音比(S/N)	強い	小さい
4 規定の信号出力及び規定の信号対雑音比(S/N)	弱い	小さい
5 規定の信号出力及び規定の信号対雑音比(S/N)	強い	大きい

A - 8 有能利得が 15〔dB〕の高周波増幅器の入力端における雑音の有能電力(熱雑音電力)が -120〔dBm〕、また、出力端における雑音の有能電力が -100〔dBm〕であるとき、この増幅器の雑音指数の値として正しいものを下の番号から選べ。ただし、1〔mW〕を 0〔dBm〕とする。

- 1 1〔dB〕
- 2 2〔dB〕
- 3 3〔dB〕
- 4 4〔dB〕
- 5 5〔dB〕

A - 9 図に示す直列制御形定電圧回路において、制御用トランジスタ Tr_1 のコレクタ損失の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、入力電圧 V_i は 20~28〔V〕、出力電圧 V_O は 10~14〔V〕、負荷電流 I_L は 0~1〔A〕とする。また、 Tr_1 と負荷以外で消費される電力は無視するものとする。

- 1 6〔W〕
- 2 10〔W〕
- 3 16〔W〕
- 4 18〔W〕
- 5 20〔W〕



A - 10 次の記述は、鉛蓄電池の充電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。

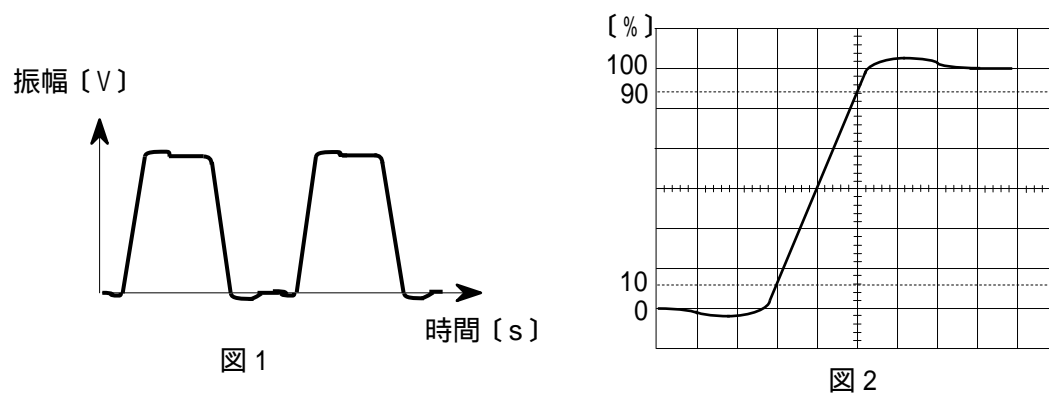
- 1 電池の電極の負担を軽くするには、充電の初期に大きな電流が流れるようにする。
- 2 定電流充電は、常に一定の電流で充電する。
- 3 定電圧充電は、電池にかける電圧を充電終止電圧に設定し、これを一定に保って充電する。
- 4 定電圧充電では、充電する電流の大きさは、充電の終期に近づくほど小さくなる。
- 5 一般によく用いられる定電流・定電圧充電は、充電の初期及び中期には定電流で充電し、終期には定電圧で充電する。

A - 11 パルスレーダーにおいて、物標からの反射波を検知するための受信機の入力端子における信号電力の最小値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、探知可能な反射波の信号対雑音比(S/N)の最小値は 13 [dB] とし、雑音は熱雑音のみであり、受信機の雑音指数の値は 4(真数)とする。また、ボルツマン定数を k [J/K]、等価雑音温度を T [K]、受信機の等価雑音帯域幅を B [Hz] としたときの kTB の値を 2.5×10^{-14} [W] 及び $\log_{10} 2 = 0.3$ とする。

- 1 2×10^{-12} [W]
- 2 2×10^{-13} [W]
- 3 2×10^{-14} [W]
- 4 2×10^{-15} [W]
- 5 2×10^{-16} [W]

A - 12 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 10 [μs] とする。

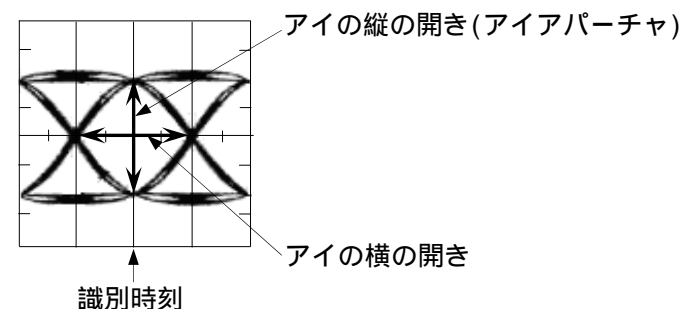
- 1 5 [μs]
- 2 10 [μs]
- 3 20 [μs]
- 4 30 [μs]
- 5 40 [μs]



A - 13 次の記述は、デジタル伝送方式において、パルスの品質を評価するアイパターンの測定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、アイパターンは、図に示すように識別直前のパルス波形をパルス繰返し周波数(クロック周波数)に同期してオシロスコープ上に描かせたものであり、その波形には、雑音や波形ひずみ等により影響を受けた起こり得るすべての波形が重畳されているものである。

アイパターンを観測することにより受信信号の雑音に対する余裕度がわかる。すなわち、アイパターンにおける縦のアイの開き(アイアパーチャ)は識別における □ A □ に対する余裕を表し、アイパターンの横の開きは □ B □ 信号の統計的なゆらぎ(ジッタ)等による識別タイミングの劣化に対する余裕を表す。したがって、アイ開口率が小さくなると、符号誤り率が □ C □ なる。

- | | A | B | C |
|---|----|------|-----|
| 1 | 信号 | ドット | 小さく |
| 2 | 信号 | クロック | 小さく |
| 3 | 雑音 | ドット | 大きく |
| 4 | 雑音 | ドット | 小さく |
| 5 | 雑音 | クロック | 大きく |



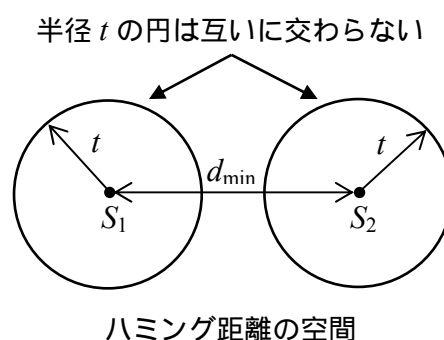
A - 14 次の記述は、雑音について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 増幅回路の内部で発生する内部雑音には、熱雑音及び散弾(ショット)雑音などがある。
- 2 トランジスタから発生する分配雑音は、フリッカ雑音より低い周波数領域で発生する。
- 3 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 [dB] 減少する。
- 4 外部雑音には、コロナ雑音及び空電雑音などがある。
- 5 抵抗体から発生する雑音には、熱じょう乱により発生する熱雑音及び抵抗体に流れる電流により発生する電流雑音がある。

A - 15 次の記述は、ブロック符号を例にして、誤り訂正符号の生成及び誤り検出・訂正の原理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。

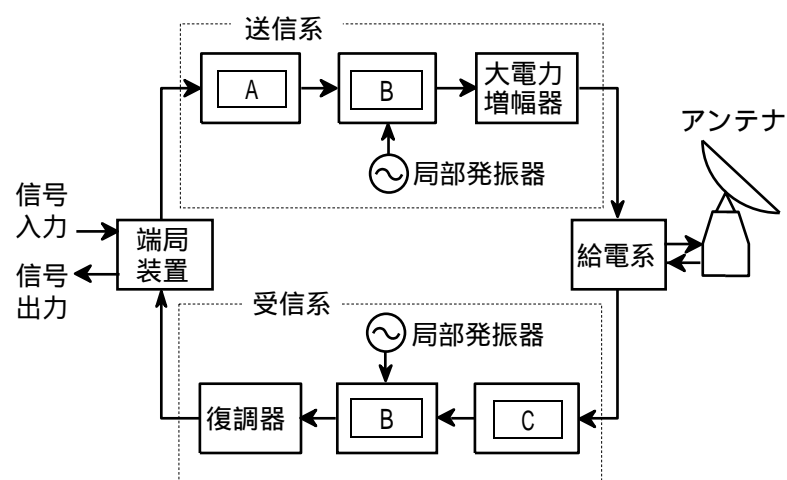
- (1) 送信側では、受信側へ送信する情報データに対して □ A □ を計算し、その計算した □ A □ を情報ビットに付加して符号語を生成する。例えば、生成した符号語 S_1 と S_2 を受信側へ伝送したとき、その伝送路上でさまざまなノイズの影響を受け、 S_1 の d 個のビットが反転して S_1 と S_2 が同じものとなった場合は、受信側では誤って S_1 を S_2 と判断してしまう。この場合の送信側の S_1 と S_2 間のハミング距離は、□ B □ である。
- (2) 図は、ハミング距離の空間について、 S_1 と S_2 のビットがそれぞれ t 個反転したときの範囲を円で示している。 S_1 と S_2 のハミング距離の最小距離を d_{\min} とすると、一般に、 d_{\min} □ C □ であれば、図に示すようにハミング距離の空間内で、 S_1 と S_2 を中心とする半径 t の円は互いに交わったり接したりすることがない。よって、 S_1 と S_2 が、受信側の誤り検出・訂正によって間違えずに見分けられるために許される誤りの数は t 個以下であることがわかる。
- (3) 一般に、ブロック符号では、送信側の S_1 と S_2 間のハミング距離を必ず □ C □ 以上になるように工夫して □ A □ を計算して情報ビットに付加し送信する。受信側では、任意の符号語間のハミング距離が □ C □ 以上とわかっているから t 個以下の誤りを訂正できる。

A	B	C
1 検査ビット	d	$2t - 1$
2 検査ビット	d	$2t + 1$
3 検査ビット	$2d$	$2t - 1$
4 最上位ビット	$2d$	$2t + 1$
5 最上位ビット	d	$2t - 1$



A - 16 図は、衛星通信に用いる地球局の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	C
1 変調器	周波数混合器	低雑音増幅器
2 変調器	A-D 変換器	低周波増幅器
3 低周波発振器	A-D 変換器	低雑音増幅器
4 低周波発振器	周波数混合器	低周波増幅器
5 周波数混合器	変調器	低周波発振器



A - 17 次の記述は、アナログ移動通信方式と比較したときのデジタル移動通信方式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。

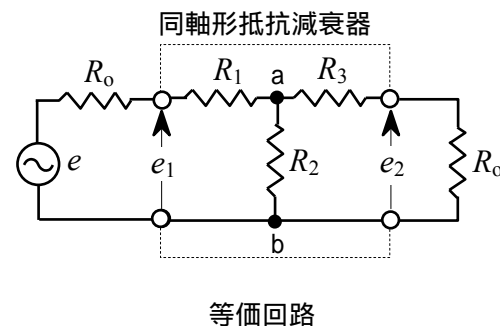
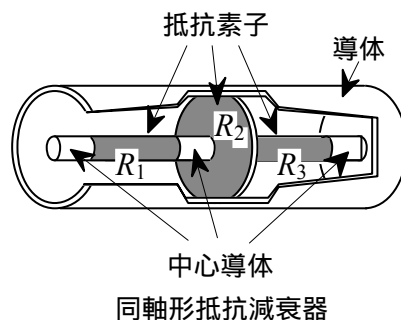
- (1) 雑音や干渉に強く、場合によっては □ A □ で誤りの訂正ができる。このことは、同一周波数を互いに地理的に離れた場所で繰り返し使用する度合いを高めることに有効であり、周波数の有効利用につながる。
- (2) 同一の無線チャネルで複数の情報を時間的に多重化 □ B □ 。
- (3) 通信の秘匿や認証などのセキュリティの確保が □ C □ となる。

A	B	C
1 送信側	できる	困難
2 送信側	できない	容易
3 受信側	できる	容易
4 受信側	できない	容易
5 受信側	できる	困難

A - 18 次の記述は、図に示す同軸形抵抗減衰器及びその等価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。ただし、抵抗素子 R_1 []、 R_2 [] 及び R_3 [] には、 $R_1 = R_3$ 、 $R_2 = 4R_1$ の関係があり、入出力の抵抗 R_0 の大きさは、 $R_0 = 3R_1$ [] とする。

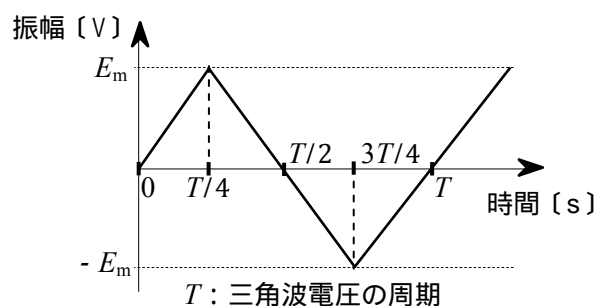
- (1) 端子 ab から負荷側を見た R_2 []、 R_3 [] 及び R_0 [] の合成インピーダンスは、□ A □ である。
 (2) 信号源電圧が e [V] のとき、減衰器の入力電圧 e_1 は $e_1 =$ □ B □ であり、 e_1 と出力電圧 e_2 との比からこの同軸形抵抗減衰器の減衰量を求めると、□ C □ である。

	A	B	C
1	$2R_1$ []	$e/2$ [V]	9 [dB]
2	$2R_1$ []	$e/2$ [V]	6 [dB]
3	$3R_1$ []	$e/2$ [V]	6 [dB]
4	$2R_1$ []	$e/3$ [V]	3 [dB]
5	$3R_1$ []	$e/3$ [V]	3 [dB]



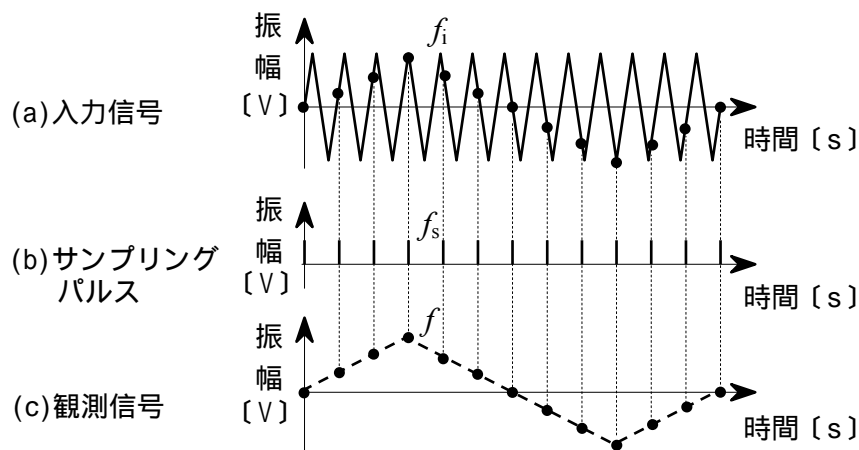
A - 19 図に示す三角波電圧を、真の実効値を指示する電圧計で測定したときの指示値が 1 [V] であった。三角波電圧の波高値 E_m の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電圧計の誤差はないものとする。

- 1 1 [V]
 2 $\sqrt{2}$ [V]
 3 $1/\sqrt{2}$ [V]
 4 $\sqrt{3}$ [V]
 5 $1/\sqrt{3}$ [V]



A - 20 次の記述は、サンプリングオシロスコープにおけるサンプリングの手法の一例についてその原理を述べたものである。□ 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) 図の(a)に示す入力信号を、その周期より □ A □ 周期を持つ(b)のサンプリングパルスでサンプリングすると、観測信号として、(c)に示す入力信号の周期を長くしたような波形が得られる。
 (2) 入力信号の繰返し周波数が f_i [Hz]、サンプリングパルスの繰返し周波数が f_s [Hz] のとき、観測信号の周波数 f は、□ B □ [Hz] で表されるので、直接観測することが難しい高い周波数の信号を、低い周波数の信号に変換して観測することができる。
 (3) このサンプリングによる低い周波数への変換は、周期性のない信号 □ C □ 。



	A	B	C
1	短い	f_s/f_i	にも適用できる
2	短い	$f_i - f_s$	には適用できない
3	長い	f_s/f_i	には適用できない
4	長い	$f_i - f_s$	にも適用できる
5	長い	$f_i - f_s$	には適用できない

B - 1 次の記述は、16 値直交振幅変調(16QAM)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) 周波数が等しく位相が □ ア □ [rad] 異なる直交する 2 つの搬送波を、それぞれ □ イ □ のレベルを持つ信号で振幅変調し、それらを合成することにより得られる。
 (2) QPSK と比較すると理論的に □ ウ □ 。また、振幅方向にも情報を乗せているため、伝送路におけるノイズやフェージングなどの影響を □ エ □ 。
 (3) 同じ E_b/N_0 (ビットエネルギー対雑音電力密度比) のとき、16QAM のビット誤り率は理論的に 16 相位相変調(16PSK) より □ オ □ 。

- 1 /4 2 4 値 3 周波数利用効率が低い 4 受け難い 5 小さい
 6 /2 7 16 値 8 周波数利用効率が低い 9 受け易い 10 大きい

B - 2 次の記述は、GPS(全地球的衛星航法システム)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) GPS は、宇宙に配置された GPS 衛星群、それを管制制御する地上基地局及び GPS 受信機を持つ利用者からなる全地球的衛星航法システムである。このシステムは、□ ア □ 個の衛星を高度約 □ イ □、軌道傾斜角 55 度及び周期約 11 時間 58 分の 6 つの軌道に分散配置し、世界中どこにいても常時 4 個以上の衛星を観測できて 3 次元測位が可能となるようにしたものである。受信したそれぞれの電波は、GPS 衛星に搭載されている □ ウ □ により共通の基準が与えられており、時間差や位相などを比較して受信点の位置、移動方向、速度などを計測することができる。
- (2) GPS 衛星からは、1.2 及び □ エ □〔GHz〕帯の二つの周波数の電波が送信されている。各衛星では、個々の衛星を識別するため及び □ オ □ 変調を行うため、各衛星ごとに異なる擬似雑音(PN)コードが割り当てられ、この PN コードと航法メッセージデータとで搬送波を位相変調(PSK)して送信する。

- | | | | | |
|------|--------------|--------|-------|------------|
| 1 24 | 2 36,000〔km〕 | 3 原子時計 | 4 2.5 | 5 OFDM |
| 6 12 | 7 20,000〔km〕 | 8 水晶時計 | 9 1.5 | 10 スペクトル拡散 |

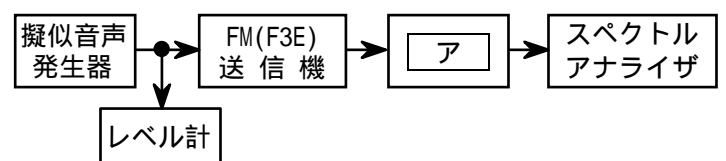
B - 3 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機において生ずることがある混信妨害及びその対策について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 近接周波数による混信妨害は、妨害波の周波数が □ ア □ に近接しているとき生ずるので、通常、□ イ □ の選択度を向上させるなどにより軽減する。
- (2) 映像周波数による混信妨害は、妨害波の周波数が受信周波数から中間周波数の □ ウ □ 倍の周波数だけ離れた周波数になるときに生ずるので、高周波増幅器の選択度を向上させるなどにより軽減する。
- (3) 相互変調及び混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 □ エ □ 範囲で動作するときに生ずるので、受信機の入力レベルを □ オ □ などにより軽減する。

- | | | | | |
|-----------|-----------|-----|-------|--------|
| 1 受信周波数 | 2 中間周波増幅器 | 3 3 | 4 直線 | 5 下げる |
| 6 局部発振周波数 | 7 高周波増幅器 | 8 2 | 9 非直線 | 10 上げる |

B - 4 次の記述は、図に示す構成例を用いた FM(F3E)送信機の占有周波数帯幅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) 擬似音声発生器から規定のスペクトルの擬似音声信号を送信機に加え、所定の変調を行った周波数変調波を □ ア □ に出力する。スペクトルアナライザを所定の動作条件とし、規定の占有周波数帯幅 □ イ □ の帯域を掃引し、所要の数のサンプル点で測定した各電力値の □ ウ □ から全電力を求める。
- (2) 測定する最低の周波数から高い周波数の方向に掃引して得たそれぞれの電力値を順次加算したとき、その電力が全電力の □ エ □〔%〕になる周波数 f_1 〔Hz〕を求める。次に、測定する最高の周波数から低い周波数の方向に掃引して得たそれぞれの電力値を順次加算したとき、その電力が全電力の □ エ □〔%〕になる周波数 f_2 〔Hz〕を求めると、占有周波数帯幅は、□ オ □〔Hz〕となる。測定結果として占有周波数帯幅は、〔kHz〕の単位で記録する。



- | | | | | |
|-----------|---------------|-----|-------|----------------|
| 1 擬似雑音発生器 | 2 の 2~3.5 倍程度 | 3 差 | 4 0.5 | 5 $f_2 - f_1$ |
| 6 擬似負荷 | 7 と同程度 | 8 和 | 9 2.5 | 10 $f_1 + f_2$ |

B - 5 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。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。

- ア 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周波数軸上に配置する方式である。
- イ FDMA 方式は、多数波を一つの中継器で共通増幅するために、中継器を非線形領域で動作させることが必要となる。
- ウ TDMA 方式は、時間を分割して各地球局に割り当てる方式である。
- エ TDMA 方式は、隣接する通信路間の衝突が生じないようにガードバンドを設ける。
- オ CDMA 方式は、多数の地球局が中継器の同一の周波数帯域を同時に共用し、それぞれ独立に通信を行う。