

XA403

第一級海上無線通信士「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

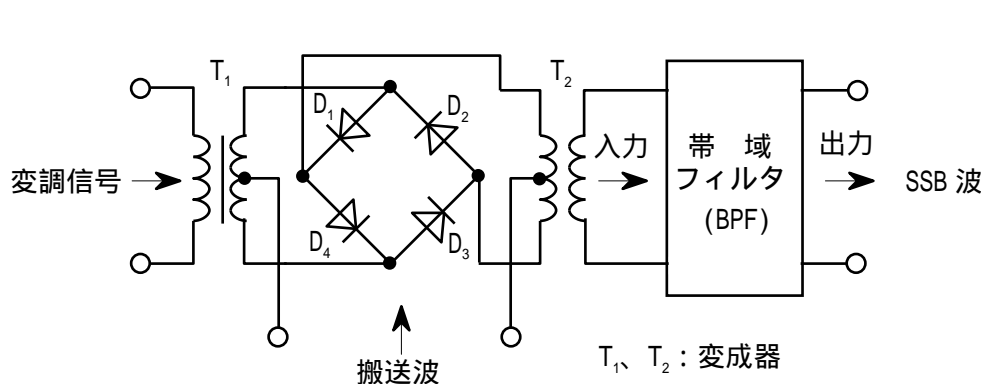
A - 1 次の記述は、我が国の FM ステレオ放送について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- | | | | |
|--|----------|----|-----------|
| | A | B | C |
| (1) 最大周波数偏移は、モノラル放送 □ A □。 | 1 よりも大きい | 交互 | 周波数変調 |
| (2) 主チャンネル信号と副チャンネル信号を □ B □ に送信している。 | 2 よりも大きい | 同時 | 周波数変調 |
| (3) 副チャンネル信号は、左(L)信号と右(R)信号との差(L-R)の信号で 38 [kHz] の副搬送波を □ C □ したものである。 | 3 よりも大きい | 交互 | 搬送波抑圧振幅変調 |
| | 4 と同じである | 同時 | 搬送波抑圧振幅変調 |
| | 5 と同じである | 交互 | 周波数変調 |

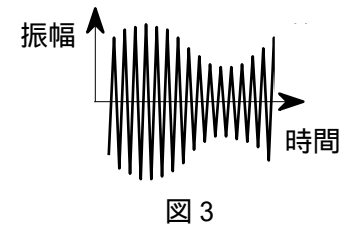
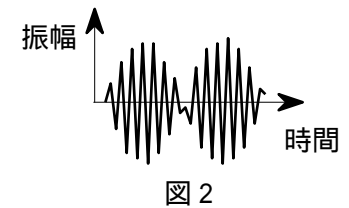
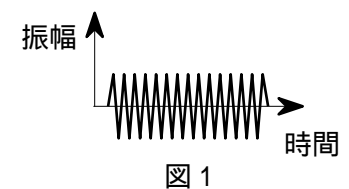
A - 2 次の記述は、振幅変調(A3E)波の電力について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、変調信号は単一正弦波とし、変調度を $m \times 100$ [%]、搬送波の平均電力を 1 [W] とする。

- | | | | |
|---|-----------|---|------|
| | A | B | C |
| (1) 一つの側帯波の平均電力は、□ A □ [W] である。 | 1 $m^2/4$ | 1 | 1.25 |
| (2) $m = 0$ のとき、振幅変調波の全平均電力は、□ B □ [W] である。 | 2 $m^2/4$ | 1 | 1.5 |
| (3) $m = 1$ のとき、振幅変調波の全平均電力は、□ C □ [W] である。 | 3 $m^2/4$ | 0 | 1.5 |
| | 4 $m^2/2$ | 0 | 1.5 |
| | 5 $m^2/2$ | 1 | 2.0 |

A - 3 図に示す SSB(J3E)変調器において、帯域フィルタ(BPF)の入力及び出力の波形の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、変調信号は単一正弦波とし、ダイオード D_1 、 D_2 、 D_3 及び D_4 の特性は同一とする。



- | | | |
|---|-----|-----|
| | 入力 | 出力 |
| 1 | 図 1 | 図 3 |
| 2 | 図 2 | 図 3 |
| 3 | 図 2 | 図 1 |
| 4 | 図 3 | 図 2 |
| 5 | 図 3 | 図 1 |



A - 4 変調信号の周波数が 3 [kHz]、変調指数が 5/3 のときの周波数変調(F3E)波の占有周波数帯幅の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

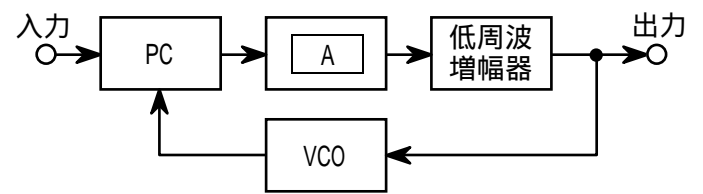
- 1 8.5 [kHz] 2 16 [kHz] 3 26 [kHz] 4 30 [kHz] 5 40 [kHz]

A - 5 ある送信機の出力を 6 [dB] の減衰器を通して測定したところ、電力計の指示が 16 [mW] であった。このときの送信機出力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.3$ とする。

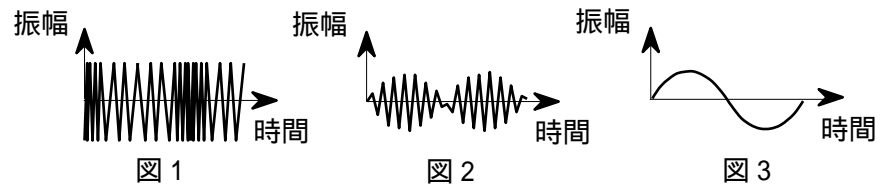
- 1 22 [mW] 2 32 [mW] 3 64 [mW] 4 82 [mW] 5 96 [mW]

A - 6 次の記述は、図に示す FM(F3E)受信機に用いられる位相同期ループ(PLL)復調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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) PLL 復調器は、位相検出(比較)器(PC)、□A□、低周波増幅器及び電圧制御発振器(VCO)で構成される。
- (2) 周波数変調波が入力されたとき、この復調器は□B□のような波形を出力する。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。

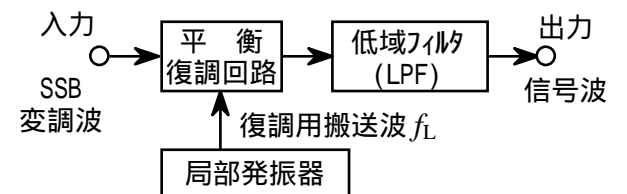


- | | |
|---------------|----|
| A | B |
| 1 高域フィルタ(HPF) | 図1 |
| 2 高域フィルタ(HPF) | 図2 |
| 3 低域フィルタ(LPF) | 図1 |
| 4 低域フィルタ(LPF) | 図2 |
| 5 低域フィルタ(LPF) | 図3 |

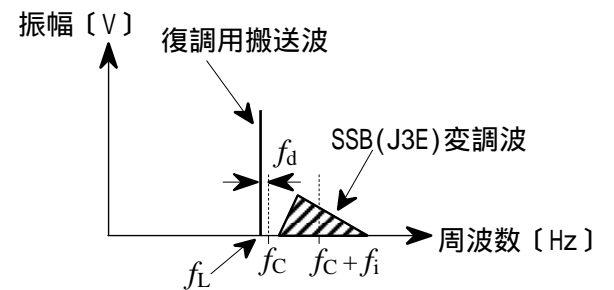


A - 7 次の記述は、図の構成例等に示す SSB(J3E)復調器の動作などについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、復調器の入力における SSB 変調波の搬送波に相当する周波数を f_c [Hz]、局部発振器の復調用搬送波周波数を f_L [Hz]、変調信号の中心周波数を f_i [Hz] とする。

- (1) f_L と f_c が数十ヘルツ以上異なると、同期ひずみを生じ、□A□が低下することがある。
- (2) f_L が f_c より f_d [Hz] 低いとき、復調された信号の中心周波数は、□B□ [Hz] である。
- (3) 同期ひずみを避けるため、受信機の局部発振器に □C□ を設ける。



- | | | |
|--------------|--------------|----------|
| A | B | C |
| 1 復調出力の明りょう度 | $f_i + f_d$ | クラリファイヤ |
| 2 復調出力の明りょう度 | $f_i + f_d$ | スピーチクリッパ |
| 3 復調出力の明りょう度 | $f_i + 2f_d$ | スピーチクリッパ |
| 4 変調波の振幅 | $f_i + 2f_d$ | スピーチクリッパ |
| 5 変調波の振幅 | $f_i + f_d$ | クラリファイヤ |



A - 8 次の記述は、一般的なスーパーヘテロダイン受信機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) 受信機の感度は、総合利得及び初段(高周波増幅器)の利得が十分に大きいとき、初段の □A□ でほぼ決まる。
- (2) 通過帯域幅を決定する同調回路の帯域幅は、尖鋭度 Q が一定のとき、中心周波数が高いほど □B□ 。
- (3) 受信周波数に近接した周波数の妨害波は、中間周波増幅器の □C□ を向上させることなどにより低減できる。

- | | | |
|--------|----|-----|
| A | B | C |
| 1 雑音指数 | 広い | 選択度 |
| 2 雑音指数 | 狭い | 選択度 |
| 3 雑音指数 | 狭い | 利得 |
| 4 利得 | 狭い | 選択度 |
| 5 利得 | 広い | 利得 |

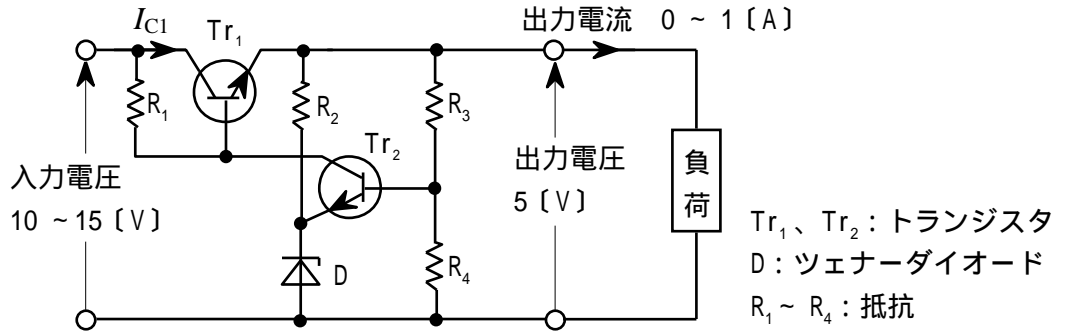
A - 9 次の記述は、FM 受信機の AGC 回路の原理について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) FM 受信機に過大レベルの妨害波が混入すると、高周波増幅回路や周波数変換回路では □A□ 妨害が発生する。この妨害は、AGC 回路で高周波増幅回路の利得を調整することによって抑圧することができる。
- (2) 通常、AM 受信機では、AGC 電圧を検波回路から得ているが、FM 受信機では、□B□ があるため、受信機入力と検波回路への入力が比例しないこと及び検波出力には入力に比例した直流電圧が得られないことなどから、検波出力を AGC 電圧として用いることはできない。このため、受信機入力と中間周波信号電圧が比例する中間周波増幅回路から、信号の一部を取り出し、ダイオード(検波器)で □C□ に比例した直流電圧を作り、これを AGC 電圧として利用している。

- | | | |
|--------|----------|-----|
| A | B | C |
| 1 イメージ | スケルチ | 振幅 |
| 2 イメージ | 振幅制限回路 | 周波数 |
| 3 混変調 | 振幅制限回路 | 振幅 |
| 4 混変調 | ディエンファシス | 周波数 |
| 5 混変調 | スケルチ | 振幅 |

A - 10 図に示す原理的な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 に必要な最大コレクタ損失の値として、最も小さいものを下の番号から選べ。ただし、出力電圧は、5 [V] とし、入力電圧、出力電流の動作範囲は、それぞれ、10 ~ 15 [V]、0 ~ 1 [A] とする。また、出力電流は、 Tr_1 のコレクタ電流 I_{C1} と近似的に等しいものとする。

- 1 2 [W]
- 2 5 [W]
- 3 10 [W]
- 4 15 [W]
- 5 20 [W]



A - 11 次の記述は、無停電電源システムなどに用いる据置用鉛蓄電池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、完全充電した状態から、一定電流で放電し、 t 時間で放電終止電圧になるとき、これを t 時間率放電とする。

- 1 放電特性では、 t 時間率の t の値が小さいほど放電電流は大きくなるが、放電容量は、 t 時間率の t の値が小さいほど低下する。
- 2 理論的には、放電電流が大きくなるほど、端子電圧は高くなる。
- 3 深放電した蓄電池を定電圧充電すると、初期に大電流が流れるので充電電流を制限した定電圧充電とする必要がある。
- 4 充電中は水素ガスを発生するため、火気を避ける。
- 5 鉛蓄電池を収納するケース又は室内は、適切な換気を行う。

A - 12 次の記述は、VOR(超短波全方向式無線標識)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) 超短波(VHF)帯の水平偏波の電波を用いた超短波全方向式無線標識であり、航空機では、VOR からの磁方位と □ A □ が得られる。
- (2) 全方位にわたって位相が一定の 30 [Hz] の基準位相信号を含んだ電波と、方位により位相が変化する □ B □ [Hz] の可変位相信号を含んだ電波を同時に発射している。
- (3) VOR は、ドブラ VOR(DVOR)と標準 VOR(CVOR)に分類され、DVOR は、基準位相信号を □ C □ で、可変位相信号をドブラ偏移を利用した等価的な周波数変調(FM)波として発射している。

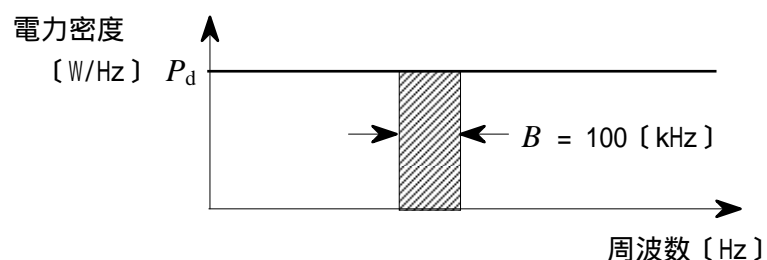
	A	B	C
1	絶対方位(真方位)	30	位相変調(PM)波
2	絶対方位(真方位)	60	振幅変調(AM)波
3	相対方位	30	位相変調(PM)波
4	相対方位	30	振幅変調(AM)波
5	相対方位	60	位相変調(PM)波

A - 13 パルスレーダーの送信パルス幅が 0.8 [μs] のとき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、同一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いい、二つの物標からの反射波のレベルは同一とする。

- 1 30 [m]
- 2 60 [m]
- 3 120 [m]
- 4 240 [m]
- 5 480 [m]

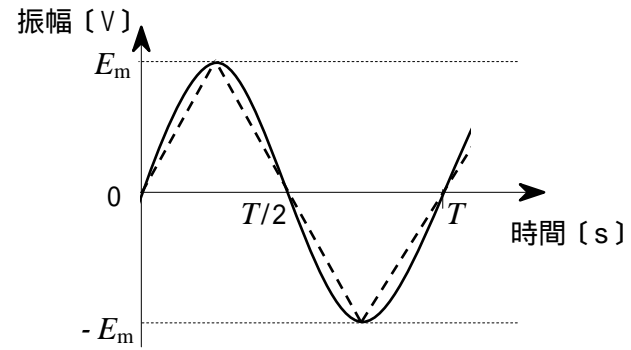
A - 14 図に示す電力密度 P_d [W/Hz] の雑音を、周波数帯域幅 B が 100 [kHz] の理想矩形フィルタを持つスペクトルアナライザで測定したときの全電力の値が 2.5×10^{-6} [W] であった。 P_d の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、雑音はスペクトルアナライザの帯域内の周波数のすべてにわたって一様であり、フィルタの損失はないものとする。

- 1 2.5×10^{-11} [W/Hz]
- 2 2.5×10^{-12} [W/Hz]
- 3 5.0×10^{-11} [W/Hz]
- 4 5.0×10^{-12} [W/Hz]
- 5 5.0×10^{-13} [W/Hz]

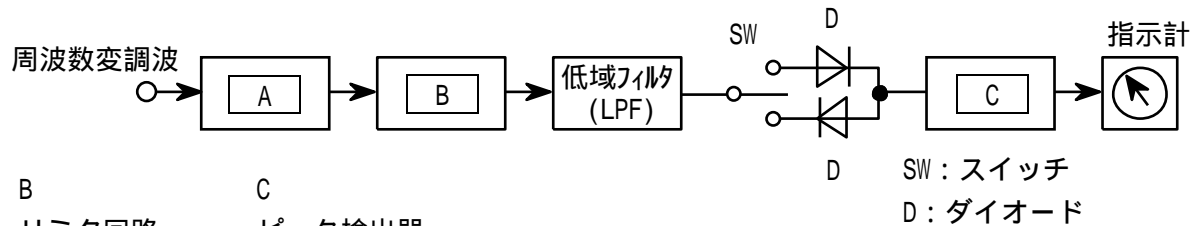


A - 15 図に示す、波高値 E_m と周期 T がそれぞれ等しい正弦波と三角波を、真の実効値を指示する電圧計で測定したところ、三角波の指示値は 1 [V] であった。正弦波を測定したときの指示値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電圧計の誤差はないものとする。

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



A - 16 図は、周波数変調(F3E)波の周波数偏移を測定する周波数偏移計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。

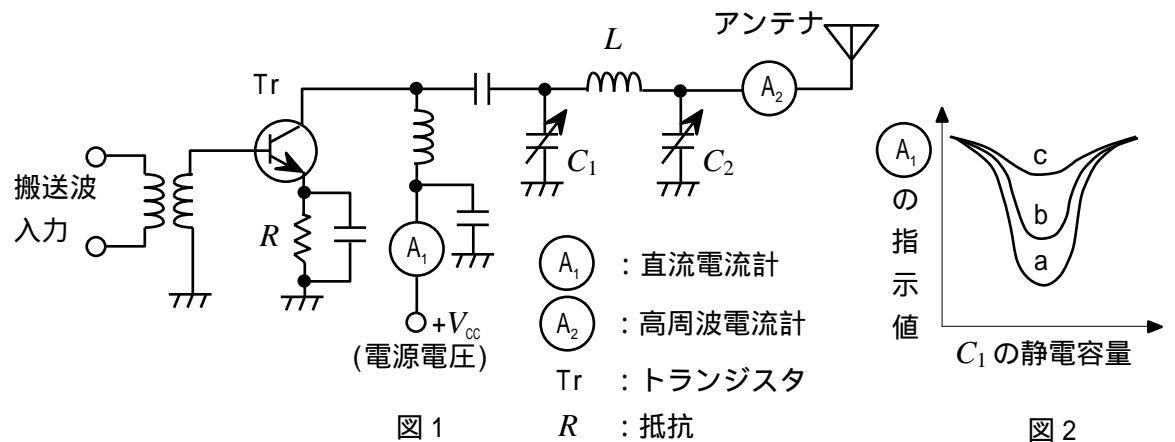


- | A | B | C |
|----------|--------|--------|
| 1 周波数弁別器 | リミタ回路 | ピーク検出器 |
| 2 周波数弁別器 | ピーク検出器 | リミタ回路 |
| 3 ピーク検出器 | 周波数弁別器 | リミタ回路 |
| 4 リミタ回路 | 周波数弁別器 | ピーク検出器 |
| 5 リミタ回路 | ピーク検出器 | 周波数弁別器 |

A - 17 次の記述は、図1に示す送信機の最終段に用いる 形結合回路の調整方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、形結合回路に用いる C_1 及び C_2 は可変静電容量、 L は固定インダクタンスである。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 送信機最終段を動作状態にして C_2 の容量を □ A □ にし、 C_1 を調整してコレクタ電流を示す直流電流計の指示が □ B □ になる点を求め、同調をとる。
- (2) 次に、 C_2 を少し減少させると、同調点がずれてコレクタ電流が □ C □ し、アンテナに供給される電力は大きくなるので、再度 C_1 を調整して直流電流計の指示が □ B □ になる点を求める。これを繰り返す行くと図2に示すような曲線 a、b、c が得られる。このようにして、規定の出力が得られたことを高周波電流計等により確認して調整を終了する。

- | A | B | C |
|------|----|----|
| 1 最小 | 最小 | 増加 |
| 2 最小 | 最大 | 増加 |
| 3 最大 | 最大 | 減少 |
| 4 最大 | 最小 | 減少 |
| 5 最大 | 最小 | 増加 |



A - 18 次の記述は、低軌道衛星を利用したフロート・フリー型の衛星非常用位置指示無線標識(衛星 EPIRB)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 船舶に搭載の衛星 EPIRB は、船舶が沈没したときに水圧センサの働きによって自動的に離脱浮上し、遭難を知らせる信号を発射する。
- 2 使用周波数などは、G1B 電波 406 [MHz] 帯及び A3X 電波 121.5 [MHz] である。
- 3 人工衛星向けの信号と航空機がホーミングするための信号を送信することができる。
- 4 コスパス・サーサット衛星で受信した衛星 EPIRB の電波のドプラ偏移の情報及びコスパス・サーサット衛星の軌道情報を用いて衛星 EPIRB の位置を求めることができる。
- 5 いったん動作を開始した衛星 EPIRB は、手動により動作を停止することができない。

A - 19 次の記述は、レーダー表示の一つであるスキャンコンバータ(走査変換)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。

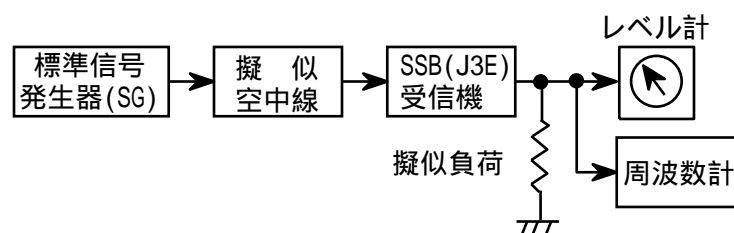
	A	B	C
(1) 残光性ブラウン管を用いたPPI表示器は、レーダービデオの明るさがPPIスキャンが行われるスイープ □A□ から落ちるのに対し、スキャンコンバータ方式は、レーダービデオの更新に関係なく画面全体を一定の明るさに保つことができる。	1 直後	積分効果	信号対雑音比(S/N)
	2 直後	微分効果	最大探知距離
	3 直前	微分効果	信号対雑音比(S/N)
	4 直前	微分効果	距離分解能
(2) レーダービデオは、一旦メモリに書き込まれるので、メモリの □B□ により、□C□ を向上させることができる。	5 直前	積分効果	最小探知距離

A - 20 次の記述は、デジタル選択呼出装置(DSC)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) 使用周波数帯は、中波(MF)、短波(HF)及び超短波(VHF)帯であり、信号伝送速度は、MF及びHF帯では □A□ [bps]、また、VHF帯では1,200 [bps]である。	1 100	ない	すべて
	2 100	ある	すべて
(2) 通信を行うとき、送信側と受信側とが同期をとる必要が □B□ 。	3 100	ない	特定
(3) 遭難警報は、使用する電波の伝搬範囲内に存在する □C□ の船舶局及び海岸局に対して行われる。	4 300	ある	すべて
	5 300	ない	特定

B - 1 次の記述は、図に示す構成例を用いたSSB(J3E)受信機の近接周波数選択度特性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) 近接周波数選択度特性は、妨害波の周波数と希望波の周波数との差が比較的小さいときの選択度であり、主に □ア□ の特性によって決まる。
- (2) 標準信号発生器(SG)の周波数を試験周波数(SSB波の抑圧された搬送波の周波数よりも □イ□ [Hz] だけ高い周波数)にして、無変調及び所定の出力レベルで擬似空中線を通して受信機に加える。
- (3) 受信機の出力の周波数が □イ□ [Hz]になるように周波数計で確認しながら受信機の受信周波数及び □ウ□ を調整する。このとき受信機の自動利得調整(AGC)回路は □エ□ とする。
- (4) 受信機の出力をレベル計で確認しながら規定の値となるようにした後、SGの出力レベルを一定値ずつ順次 □オ□ してその都度SGの周波数を試験周波数の前後で変化させ、受信機の出力が規定の値となるときのSGの周波数を求める。SGの周波数を横軸に、試験周波数におけるSGの出力レベルを基準にした相対値を縦軸にとってグラフを描き、近接周波数選択度特性を得る。



- | | | | | |
|-----------|---------|-----------|----------|-------|
| 1 中間周波増幅器 | 2 400 | 3 クラリファイア | 4 断(OFF) | 5 低く |
| 6 高周波増幅器 | 7 1,500 | 8 トーン発振器 | 9 接(ON) | 10 高く |

B - 2 次の記述は、スペクトルアナライザを用いた搬送波周波数近傍における不要発射の強度の測定の一例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。ただし、不要発射の強度の許容値は、法令等において、参照帯域幅当たりの電力でもって規定されているものであり、参照帯域幅とは、スプリアス領域における不要発射の強度を規定するための周波数帯域幅をいう。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 一例として、スプリアス領域における不要発射の強度の許容値が、参照帯域幅 100 [kHz] 当たりの電力でもって規定されている 400 [MHz] 帯 F3E 送信機において、帯域外領域とスプリアス領域との境界周波数からスプリアス領域側の 100 [kHz] 当たりの電力を測定するため、スペクトルアナライザの分解能帯域幅(RBW)を 100 [kHz] に設定すると、搬送周波数近傍においては、RBW のフィルタの裾の減衰量が十分でないため、□ア の影響を受けて測定できない。
- (2) 搬送波周波数から ± [RBW の 10 倍] を超える周波数範囲においては、RBW の設定を □イ として測定するが、(1) に示すような搬送波周波数近傍となる ± [RBW の 10 倍] 以内の周波数範囲においては、RBW を参照帯域幅の 3 [%] 程度に設定して不要発射を探索し、その振幅測定値に □ウ を加えた値が不要発射の強度の許容値以下であることを確認する。
 なお、□ウ とは、参照帯域幅を超える広帯域な白色雑音状の成分が主な不要発射成分であるとの想定のもとに、設定した RBW での測定値から参照帯域幅当たりの値へ換算するときの換算値である。
- (3) (2) の振幅測定値に □ウ を加えた値が不要発射の強度の許容値の値を超える場合は、詳細測定として、RBW を参照帯域幅の 3 [%] 以下、スペクトルアナライザの掃引周波数範囲を参照帯域幅、中心周波数を不要発射周波数に設定して、各不要発射周波数の □エ を測定し、その値が、不要発射の強度の許容値以下であることを確認する。なお、不要発射周波数が、境界周波数から 50 [kHz] 以内にある場合の中心周波数は、境界周波数から □オ [kHz] 離れた周波数に設定する。

- | | | | | |
|---------|-----------|--------------|-------------|-------|
| 1 搬送波 | 2 必要周波数帯幅 | 3 分解能帯域幅換算値 | 4 バースト内平均電力 | 5 25 |
| 6 側波帯雑音 | 7 参照帯域幅 | 8 雑音電力の入力換算値 | 9 電力総和 | 10 50 |

B - 3 次の記述は、インマルサット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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 海岸地球局は、□ア 上の衛星に対し、6 [GHz] 帯の電波を送信し、衛星から 4 [GHz] 帯の電波を受信する。
- (2) 船舶地球局は、衛星に対し、□イ [GHz] 帯の電波を送信し、衛星から 1.5 [GHz] 帯の電波を受信する。
- (3) インマルサット C 型無線設備は、□ウ 方式を用いており、音声通話ができない。
- (4) インマルサット F 型無線設備の中のインマルサット F77 型(Fleet F77)無線設備は、電話、ファクシミリのほか、□エ 通信を行うことができる。□エ による通信を行う場合の変調方式は、16QAM 方式を用いる。
- (5) 船舶地球局から衛星を経由して海岸地球局に電話などにより送信される遭難、緊急及び安全呼出しは、□オ のオペレータに接続される。

- | | | | | |
|--------|-------|--------|---------|---------------|
| 1 極軌道 | 2 2.5 | 3 回線交換 | 4 高速データ | 5 救助調整本部(RCC) |
| 6 静止軌道 | 7 1.6 | 8 蓄積交換 | 9 テレックス | 10 地上受信局(LUT) |

B - 4 衛星通信等のマイクロ波通信機器の低雑音増幅器に用いられるトランジスタの原理に関する次の記述のうち、正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

- ア 低雑音増幅器に用いられるトランジスタとしては、GaAs FET、HEMT 等がある。
- イ HEMT は、2 種類の半導体を接合した界面で形成される 2 次元電子ガスの濃度を電磁効果によって制御する。
- ウ HEMT は、高電子移動度をもつ 2 次元電子ガスを電流パスとなるチャンネルとしたものである。
- エ GaAs FET は、ショットキー接合に生じる電子空乏層を利用して、電流パスとなるチャンネル層の電子を制御する。
- オ GaAs FET の低雑音特性は、FET の雑音源が主にショット雑音によるものであり、バイポーラトランジスタの熱雑音と比較して高周波領域での雑音増加率が少ないことがあげられる。

B - 5 高機能グループ呼出(EGC)システムに関する次の記述のうち、正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。

- ア 海岸地球局から EGC 受信機に対してファクシミリを送信するシステムである。
- イ 海岸地球局からの遭難警報を EGC 受信機で受信したとき、自動的に音響警報を鳴らすことができる。
- ウ 放送される情報のフォーマットは、国際ナビテックス(NAVTEX)システムと同じである。
- エ EGC 受信機を搭載する船舶に対して、全船舶あて、特定のグループの船舶あて及び特定の海域の船舶あてに放送することができる。
- オ 海岸地球局から EGC 受信機に対してコスパス・サーサット衛星を経由して放送する。