

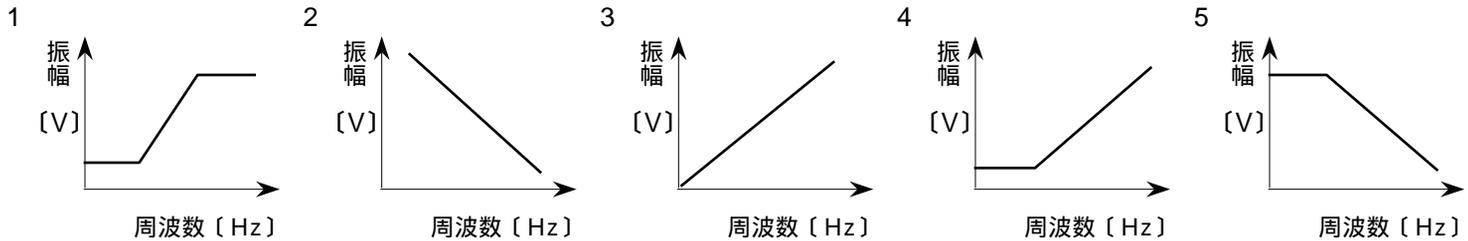
XA009

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。

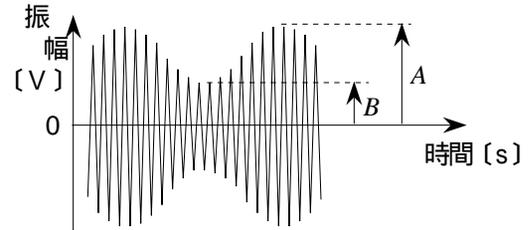
25問 2時間30分

A - 1 図に示す FM (F3E) 送信機の瞬時偏移制御 (IDC) 回路の構成例において、入力信号の周波数に対する出力信号の振幅の特性 (概略図) として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、入力信号の振幅は、一定とする。

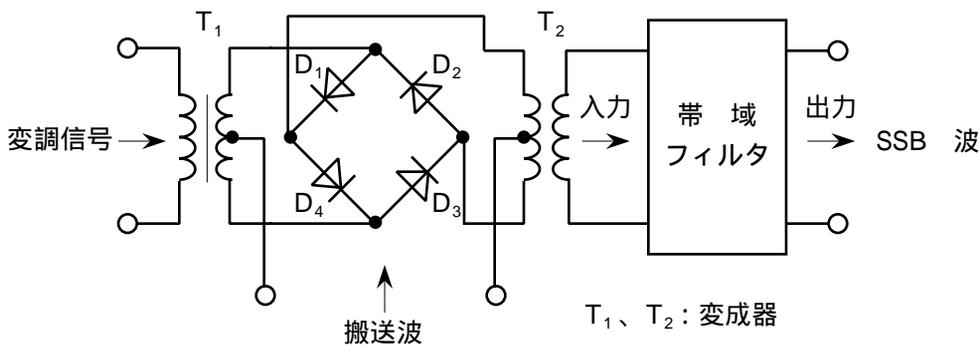


A - 2 図に示す AM (A3E) 変調波の変調度が 60 [%] のとき、振幅の最小値 (B [V]) と最大値 (A [V]) との比 (B/A) の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、変調信号は、単一正弦波とする。

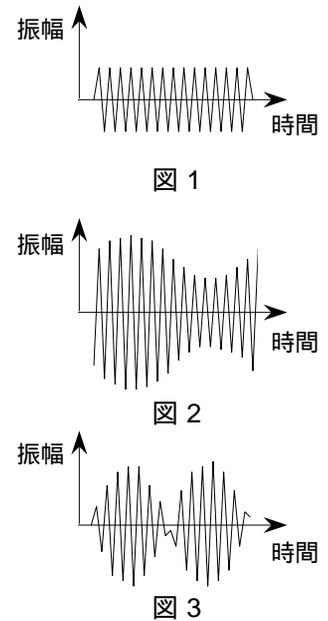
- 1 0.25
- 2 0.36
- 3 0.4
- 4 0.5
- 5 0.6



A - 3 図に示す SSB (J3E) 変調器において、帯域フィルタ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 D₁、D₂、D₃ 及び D₄ の特性は同一とする。



	入力	出力
1	<input checked="" type="checkbox"/> 図 1	<input checked="" type="checkbox"/> 図 3
2	<input checked="" type="checkbox"/> 図 2	<input checked="" type="checkbox"/> 図 1
3	<input checked="" type="checkbox"/> 図 2	<input checked="" type="checkbox"/> 図 3
4	<input checked="" type="checkbox"/> 図 3	<input checked="" type="checkbox"/> 図 1
5	<input checked="" type="checkbox"/> 図 3	<input checked="" type="checkbox"/> 図 2



A - 4 次の記述は、無線送信機の寄生発射の原因とその軽減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。

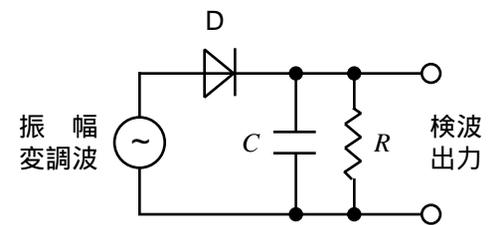
- (1) 寄生発射は、部品や配線などが互いに電磁的あるいは静電的な結合により、□ A が形成されることにより生ずる。
- (2) 寄生発射の周波数は、通常、送信周波数 □ B 。

	A	B
1	発振回路	の整数倍又は整数分の一である
2	発振回路	と関係がない
3	発振回路	と同じである
4	アンテナ	と関係がない
5	アンテナ	の整数倍又は整数分の一である

A - 5 次の記述は、送信機における水晶発振器の発振周波数の変動の原因及びその対策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 発振周波数の変動の原因の一つとして、水晶発振器の後段に設けた周波数逓倍器、励振増幅器及び終段電力増幅器などの負荷変動がある。
- 2 負荷変動による発振周波数の変動を抑える方法の一つとして、水晶発振器の次段に緩衝増幅器を設ける方法がある。
- 3 発振周波数の変動の原因の一つとして、水晶発振器に用いている水晶発振子、トランジスタ、コイル及びコンデンサなどの回路素子の定数の周囲温度による変化がある。
- 4 周囲温度による発振周波数の変動を抑える方法の一つとして、水晶発振器を恒温槽に入れる方法がある。
- 5 周囲温度による発振周波数の変動を抑える方法の一つとして、温度係数が同一の回路素子を組み合わせて周波数の変動を打ち消す方法がある。

A - 6 図に示す直線検波回路に振幅変調波を入力したとき、検波出力にひずみが生じない無ひずみ最大変調度 m_{\max} の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、ダイオード D の負荷となる抵抗及びコンデンサ C からなる並列回路の信号波に対するインピーダンスを \dot{Z} [] とするとき、 m_{\max} は次式で表されるものとする。また、信号波の角周波数は、 2×10^3 [rad/s] とし、R 及び C の値は、それぞれ 5×10^3 [] 及び $(0.1/) \times 10^{-6}$ [F] とする。



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

- 1 71 [%] 2 76 [%] 3 81 [%] 4 86 [%] 5 91 [%]

A - 7 FM (F3E) 受信機の入力換算雑音電圧の実効値が 1 [μV] のとき、この受信機の限界受信レベル (スレッシュホールドレベル) として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、搬送波は正弦波とし、かつ、雑音は連続性熱雑音 (白色雑音) であり、直流分は含まないものとする。

- 1 0.7 [μV] 2 1 [μV] 3 1.4 [μV] 4 2.8 [μV] 5 4 [μV]

A - 8 次の記述は、抵抗 R [] から取り出し得る熱雑音の最大電力 (有能雑音電力) 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。

(1) 任意の抵抗 R [] から発生する熱雑音電圧の実効値 e は、次式で与えられる。ただし、 k [J/K] はボルツマン定数、 T [K] は周囲温度、 B [Hz] は等価雑音帯域幅とする。

$$e = \sqrt{4kTBR} \text{ [V] -----}$$

(2) R 及び e は、図のような等価回路で表される電圧源とみなすことができ、この回路に負荷抵抗 R_L [] を接続したときに R_L に供給される電力 P は、次式で表される。

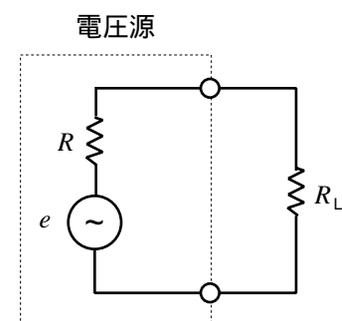
$$P = \text{[A] [W] -----}$$

(3) P の大きさが最大になるのは、 $R = R_L$ すなわち整合状態のときであるから、このときの最大電力 (有能雑音電力) P_A は、次式で表される。

$$P_A = \text{[B] [W] -----}$$

式に式を代入すると、 P_A は、抵抗値に無関係な値 [C] [W] になる。

- | | A | B | C |
|---|-----------------------------|--------------|--------|
| 1 | $(\frac{e}{R + R_L})^2 R$ | $e^2 / (4R)$ | kTB |
| 2 | $(\frac{e}{R + R_L})^2 R$ | $e^2 / (2R)$ | $2kTB$ |
| 3 | $(\frac{e}{R + R_L})^2 R_L$ | $e^2 / (4R)$ | $2kTB$ |
| 4 | $(\frac{e}{R + R_L})^2 R_L$ | $e^2 / (2R)$ | kTB |
| 5 | $(\frac{e}{R + R_L})^2 R_L$ | $e^2 / (4R)$ | kTB |



A - 9 次の記述は、BPSK (2PSK) 波の検波方式として用いられる同期検波及び遅延検波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) 同期検波は、BPSK 波と、BPSK 波から再生した□を位相検波回路に入力して検波する方式である。
- (2) 遅延検波は、BPSK 波と、BPSK 波を□と同じ時間だけ遅延させたものを位相検波回路に入力して検波する方式である。
- (3) 二つの検波方式のうち□Cは、他方の検波方式に比べて回路が複雑になるが、復調出力に符号誤りが生じにくい。

A	B	C
1 搬送波	搬送波の1周期	遅延検波
2 搬送波	一つのデジタル信号(例えば、"0"又は"1")が占める時間幅	同期検波
3 搬送波	一つのデジタル信号(例えば、"0"又は"1")が占める時間幅	遅延検波
4 パイロット信号	一つのデジタル信号(例えば、"0"又は"1")が占める時間幅	遅延検波
5 パイロット信号	搬送波の1周期	同期検波

A - 10 図1に示す半波整流回路において、抵抗 L []に流れる負荷電流 i_L [A]として図2に示す波形が得られた。この回路のリプル率を表す式及びリプル率の値の組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 i_L の直流成分 I_{DC} 及び i_L の実効値 i_{rms} の大きさをそれぞれ $3/$ [A]及び 1.5 [A]とし、変成器T及びダイオードDは理想的に動作するものとする。

リプル率を表す式	リプル率の値
1 $(i_{rms} / I_{DC}) \times 100$ [%]	121 [%]
2 $(i_{rms} / I_{DC}) \times 100$ [%]	157 [%]
3 $\frac{(i_{rms}/I_{DC})^2 - 1}{2} \times 100$ [%]	48 [%]
4 $\frac{(i_{rms}/I_{DC})^2 - 1}{2} \times 100$ [%]	121 [%]
5 $\frac{(i_{rms}/I_{DC})^2 - 1}{2} \times 100$ [%]	157 [%]

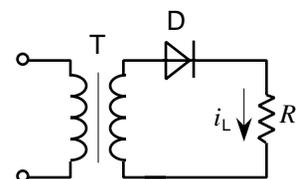


図1

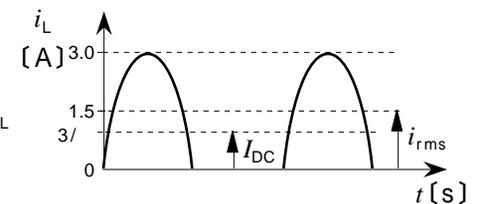


図2

A - 11 次の記述は、レーダー方程式のパラメータを変えたときの最大探知距離 R [m]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、最大探知距離は、レーダー方程式のみで決まるものとし、最小受信電力は、信号の探知限界の電力とする。

- 1 送信電力を4倍にすると、 R の値は約1.4倍になる。
- 2 最小受信電力が16倍の受信機を用いると、 R の値は0.5倍になる。
- 3 送信電力を2倍にし、最小受信電力が2倍大きい受信機を用いると、 R の値は変わらない。
- 4 物標の有効反射断面積を16倍にすると、 R の値は4倍になる。
- 5 アンテナが送受共用で、送信利得と受信利得が同じとき、アンテナの利得を4倍にすると、 R の値は2倍になる。

A - 12 次の記述は、狭帯域直接印刷電信(NBDP)の誤り訂正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。

- 1 ARQ方式は、受信側で誤りを検出したとき、受信側が送信側に再送信を要求する。
- 2 ARQ方式は、送信側と受信側との同期が必要である。
- 3 ARQ方式は、複数の受信局に同時に送信するときに用いることができる。
- 4 FEC方式は、送信側では一つの文字を所定の時間間隔で2回ずつ送信し、受信側では2回送られた各文字ごとに誤り検出を行う。
- 5 FEC方式には、複数局に一斉に放送するCFECと、選択呼出し機能を用いて特定の複数局に対して同時に送信するSFECがある。

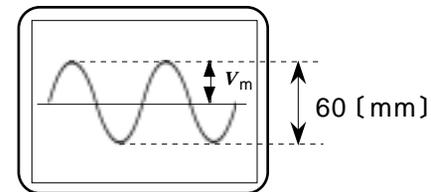
A - 13 次の記述は、高機能グループ呼出（EGC）システムについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 海岸地球局から船舶地球局に対して □ A □ を送信することができるシステムである。
- (2) EGC 受信機を搭載する船舶地球局に対して、全船舶地球局あて、特定のグループの船舶地球局あて及び特定の海域の船舶地球局あてに □ B □ を経由して □ A □ を送信する。
- (3) 送信される情報のフォーマットは、□ C □ と同じである。

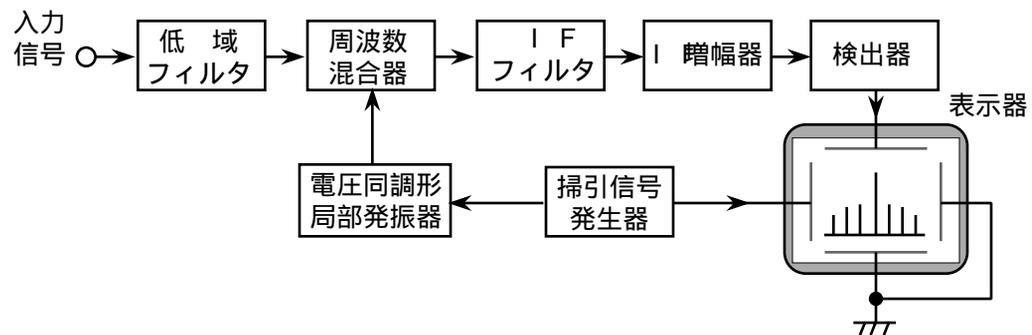
A	B	C
1 ファクシミリ	インマルサット衛星	デジタル選択呼出装置（DSC）
2 ファクシミリ	インテルサット衛星	国際ナビテックス（NAVTEX）システム
3 海上安全情報（MSI）	インマルサット衛星	国際ナビテックス（NAVTEX）システム
4 海上安全情報（MSI）	インテルサット衛星	デジタル選択呼出装置（DSC）
5 海上安全情報（MSI）	インマルサット衛星	デジタル選択呼出装置（DSC）

A - 14 オシロスコープの垂直入力端子に正弦波電圧を加えたとき、図に示す波形が表示された。このときの正弦波電圧の振幅 v_m の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、オシロスコープの表示器の偏向感度（垂直軸）は 0.4 [mm/V] とし、垂直増幅器の増幅度は 40 [dB] で、その入出力特性は直線状とする。

- 1 1.5 [V]
- 2 0.75 [V]
- 3 0.25 [V]
- 4 15 [mV]
- 5 7.5 [mV]



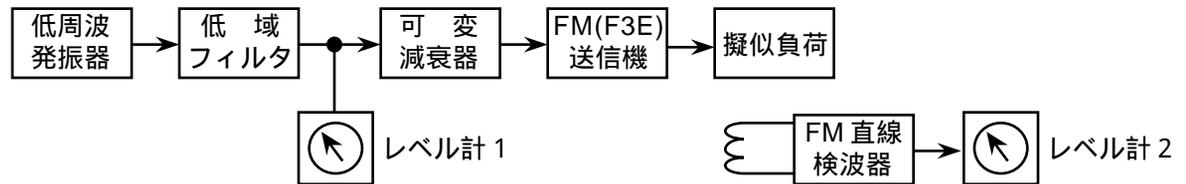
A - 15 次の記述は、図に示すスーパーヘテロダイン方式スペクトルアナライザについて述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。



- 1 表示器の垂直軸には入力信号の周波数が、また、水平軸には入力信号の振幅が表示され、入力信号のスペクトル分布が直視できる。
- 2 電圧同調形局部発振器は、掃引発振器で発生する信号によって周波数変調された信号を出力する。
- 3 掃引信号発生器は、正弦波信号を出力する。
- 4 周波数分解能を上げるには、IF フィルタの周波数帯域幅を広くする。
- 5 単一のパルス信号のスペクトル分布が観測できる。

A - 16 次の記述は、図に示す FM (F3E) 送信機のプレエンファシス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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- FM 送信機を正常な状態で動作させ、その送信電力の一部を FM 直線検波器により検波し、その出力電圧をレベル計 2 で測定すると、レベル計 2 は、周波数偏移到 □ A □ 値を指示する。
- 低周波発振器の周波数を 1 [kHz] に選び、高調波を低域フィルタで除去し、□ B □ の指示値が一定値 V_1 [V] になるように低周波発振器の出力を調整する。次に、可変減衰器の減衰量を加減して送信機変調入力を調整し、レベル計 2 の指示値を適当な一定値 V_2 [V] に設定する。このときの可変減衰器の減衰量を D_1 [dB] とする。
- レベル計 1 の指示値を一定に保ちつつ、低周波発振器の周波数を測定範囲 (例えば 50 [Hz] から 15 [kHz]) にわたって適当な周波数間隔で切り換え、そのつどレベル計 2 の指示値が (2) のときと同じ値 V_2 [V] となるように可変減衰器の減衰量を加減する。このときの可変減衰器の減衰量を D_n [dB] とする。□ C □ を横軸に、そのときの $D_n - D_1$ [dB] の値を縦軸にとって測定結果を図示すると、プレエンファシス特性が得られる。

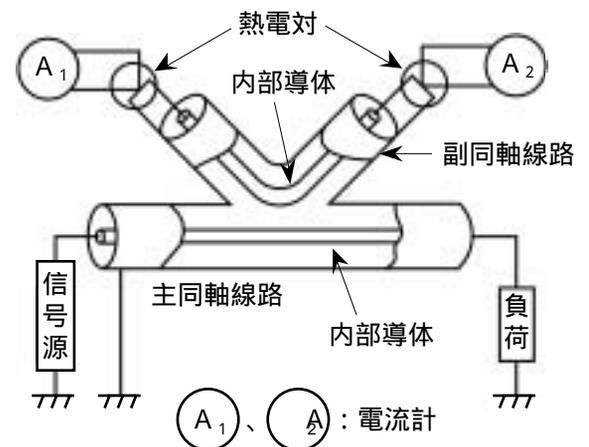


A	B	C
1 比例した	レベル計 1	変調レベル
2 比例した	レベル計 2	変調レベル
3 比例した	レベル計 1	変調周波数
4 よらず一定の	レベル計 2	変調周波数
5 よらず一定の	レベル計 1	変調レベル

A-17 次の記述は、図に示す CM 形電力計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。

- CM 形電力計は、主同軸線路の内部導体の近くに副同軸線路の内部導体を配置し、副同軸線路の両端に熱電対及び電流計を接続したものである。□ A □ 高周波電力計の一種であり、電流計の指示値から入射波電力及び反射波電力の測定ができる。
- 副同軸線路に流れる電流には、副同軸線路の内部導体と主同軸線路の内部導体との間の相互インダクタンスによって主同軸線路の □ B □ に比例する電流と、副同軸線路の内部導体と主同軸線路の内部導体との間の □ C □ によって主同軸線路の電圧に比例する電流がある。

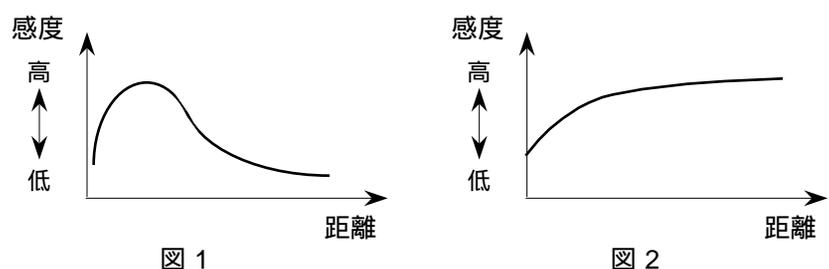
A	B	C
1 終端形	電流	自己インダクタンス
2 終端形	電圧	静電容量
3 通過形	電流	自己インダクタンス
4 通過形	電圧	自己インダクタンス
5 通過形	電流	静電容量



A - 18 次の記述は、船舶用パルスレーダーの受信部に用いる FTC 回路及び STC 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。

- FTC 回路は、雨や雪からの反射波のようにオシロスコープの □ A □ 方向にほぼ一様に観測される妨害を軽減するため、受信信号を微分して変化する部分だけを取り出し、クリップ回路などにより所定のレベル □ B □ の成分を除去する。
- STC 回路は、海面反射波による妨害を軽減するため、レーダーからの距離に対して受信機の感度を □ C □ の特性にする。

A	B	C
1 時間軸	以下	図 1
2 時間軸	以上	図 1
3 時間軸	以下	図 2
4 振幅軸	以上	図 2
5 振幅軸	以下	図 1



A - 19 次の記述は、我が国で運用中の国際ナブテックス (NAVTEX) 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) 日本沿岸から約 300 海里以内の水域を航行する船舶を対象に、全世界共通のシステムにより、日本沿岸海域のきめ細かな海上安全情報を陸上の海岸局から □ A □ 装置を用いて英文で提供している。
- (2) 国際ナブテックス受信機で用いる周波数は、国際的に □ B □ [kHz] に統一されており、通信方式には、□ C □ が用いられている。

A	B	C
1 狭帯域直接印刷電信 (NBDP)	518	周波数偏位 (FS) 通信方式
2 狭帯域直接印刷電信 (NBDP)	418	パルス符号変調 (PCM) 方式
3 狭帯域直接印刷電信 (NBDP)	518	パルス符号変調 (PCM) 方式
4 デジタル選択呼出装置 (DSC)	418	周波数偏位 (FS) 通信方式
5 デジタル選択呼出装置 (DSC)	518	パルス符号変調 (PCM) 方式

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) 呼出送信速度は、中波 (MF) 及び短波 (HF) 帯では 100 ボー、また、□ A □ 帯では 1,200 ボーである。 | 1 超短波 (VHF) | スペース | 特定 |
| (2) 呼出しの情報を所定回数繰り返して送出する □ B □ ダイバーシティ方式を用いている。 | 2 超短波 (VHF) | タイム | 全て |
| (3) 遭難呼出しは、使用する電波の伝搬範囲内に存在する □ C □ の船舶及び海岸局に対して行われる。 | 3 超短波 (VHF) | スペース | 全て |
| | 4 極超短波 (UHF) | タイム | 特定 |
| | 5 極超短波 (UHF) | スペース | 全て |

B - 1 次の記述は、SSB (J3E) 受信機の特徴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、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) AM (A3E) 受信機に比べ、同一の音声信号を復調するために必要な中間周波増幅器の帯域幅はほぼ □ ア □ 倍である。
- (2) 復調するためには、検波用局部発振器で搬送波に相当する周波数成分を作り、□ イ □ に加える必要がある。
- (3) 局部発振器の発振周波数と送信側の J3E 波の搬送波の周波数との同期がずれると、復調器出力に □ ウ □ が生じて明りょう度が悪くなるため、□ エ □ が用いられる。
- (4) □ オ □ の調整を容易にするため、□ カ □ を用いる方法がある。

1 検波器	2 中間周波増幅器	3 トーン発振器	4 1/2	5 ビート (うなり)
6 低周波増幅器	7 自動利得調整回路	8 クラリファイア	9 1/4	10 ひずみ

B - 2 次の記述は、無停電電源システムなどに用いる鉛蓄電池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 t 時間放電率は、充分充電した状態から、一定電圧で t 時間だけ放電を続け得るときの放電率をいう。
- イ 充電するときは、適切な時間率で充電し、むやみに急速充電を行わない。
- ウ 充電中は水素ガスを発生するため、火気を避ける。
- エ 鉛蓄電池を収納する室内は、密閉状態にしておく。
- オ 放電終止電圧までの放電の繰り返しは、極板の湾曲や鉛及び二酸化鉛などの活物質の脱落の一因になる。

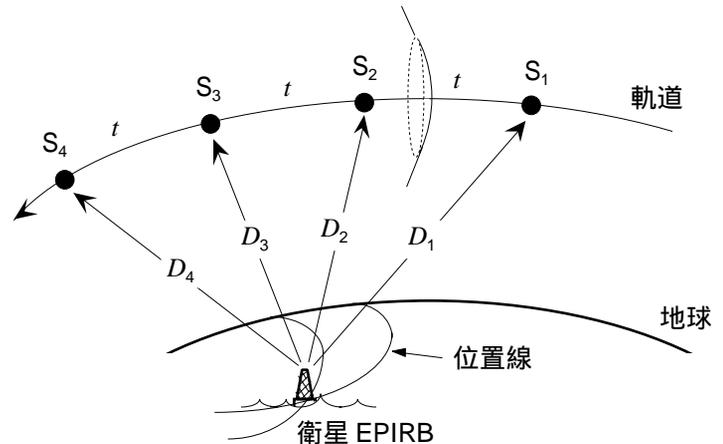
B - 3 次の記述は、パルス符号変調 (PCM) を用いた多重通信方式について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 時分割多重方式は、複数の PCM 信号を一定の時間間隔で配列し、通常、□アの伝送路で伝送する。伝送する信号及びチャンネル数が同じとき、周波数分割多重 (FDM) 方式に比べて一般に占有周波数帯幅が □イ。
- (2) 漏話及び雑音などでパルスの波形がひずんでも、□ウの有無が検出できれば元のパルスの波形を再生できるので、中継を繰り返したとき、各中継器での熱雑音などの累積が □エ。
- (3) 量子化雑音は、アナログ信号の □オにより得られたパルス信号を量子化する過程で生ずる。

- | | | | | |
|-------|-------|----------|------|-------|
| 1 標本化 | 2 多い | 3 パルス | 4 狭い | 5 同一 |
| 6 復号化 | 7 少ない | 8 漏話及び雑音 | 9 複数 | 10 広い |

B - 4 次の記述は、図に示す衛星非常用位置指示無線標識 (衛星 EPIRB) の位置測定原理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、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) コスパス・サーサット衛星は、□ア上を周回し、衛星 EPIRB との相対速度が時間とともに変化する。このため、衛星 EPIRB から送信される電波をコスパス・サーサット衛星で受信すると、□イによって受信信号の周波数が変化する。
- (2) □イは、受信電波の単位時間当たりの □ウが相対速度の大きさに応じて増減する現象である。
- (3) コスパス・サーサット衛星が軌道上の既知の位置 S_1 から S_2 に移動する時間 t [s] の間の □ウを計測して、 S_1 及び S_2 から衛星 EPIRB までの距離 D_1 [m] 及び D_2 [m] の □エ [m] を求める。
- (4) S_1 及び S_2 から衛星 EPIRB までの距離の □エ [m] が一定な点の集合は、 S_1 及び S_2 を焦点とする □オになり、これと地球表面とが交わる線 (位置線) が得られる。同様な計測と解析を S_2 及び S_3 、 S_3 及び S_4 、・・・についても行い、得られた複数の位置線の交点から衛星 EPIRB の位置が求められる。



- | | | | | |
|-------|----------|-------|-----------------|--------|
| 1 双曲面 | 2 トムソン効果 | 3 波の数 | 4 和 $D_1 + D_2$ | 5 静止軌道 |
| 6 放物面 | 7 ドブラ効果 | 8 振幅 | 9 差 $D_1 - D_2$ | 10 極軌道 |

B - 5 次の記述は、図に示す構成例を用いた AM (A3E) スーパーヘテロダイン受信機の間周波増幅器の利得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。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、 $1 [\mu V]$ を $0 [dB \mu]$ とする。

- (1) スイッチ (SW) を □ア側に接続し、標準信号発生器 (SG) の周波数を中間周波数に正しく合わせ、所定の変調 (例えば変調信号周波数 1,000 [Hz]、変調度 30 [%]) をかけた振幅変調波を中間周波増幅器に加える。このとき受信機の高周波増幅器は無入力とし、自動利得調整 (AGC) 回路を □イにしておく。
- (2) 低周波増幅器の出力電圧を出力計で測定し、所定の値 (例えば規定出力) になるよう低周波増幅器の音量調節器を調整する。このときの □イの出力電圧を $E_1 [dB \mu]$ とする。
- (3) 次に、SW を □エ側に切り替え、SG の出力を検波器に加えると、低周波増幅器の出力電圧は □ウするので、□イの出力電圧を調整して低周波増幅器の出力電圧が (2) と □エ値になるようにする。このときの □イの出力電圧を $E_2 [dB \mu]$ とすれば、中間周波増幅器の利得 G は、次式で表される。

$$G = \text{□オ} [dB]$$

- | | |
|---------------|---------------|
| 1 同じ | 2 増加 |
| 3 $E_2 - E_1$ | 4 $E_1 + E_2$ |
| 5 局部発振器 | 6 接 (ON) |
| 7 断 (OFF) | 8 減少 |
| 9 SG | 10 異なる |

