

XA003

第一級海上無線通信士「無線工学A」試験問題

25問 2時間30分

- A - 1 次式で表される AM (A3E) 波 e_{AM} に関する記述として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 t は時間〔s〕を表すものとする。

$$e_{AM} = E(1 + m \sin pt) \cos \omega t \text{〔V〕}$$

- 1 振幅変調波は、信号波によって搬送波の振幅が変化し、信号波がないときは搬送波も零となる。
- 2 $\sin pt$ の係数 m の値は、信号波の振幅と搬送波の振幅の比に等しい。
- 3 搬送波の角周波数は、 p で表される。
- 4 信号波の周波数帯域が 0.3～3〔kHz〕のとき、振幅変調波の占有周波数帯幅は 5.4〔kHz〕である。
- 5 $\sin pt$ の係数 m の値が 1 のとき、一つの側帯波の電力は、搬送波の電力の $1/2$ である。

- A - 2 次の記述は、FM (F3E) 送受信機に用いられるエンファシス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 受信機では、入力端で様な振幅の周波数特性を持つ雑音が増調されると三角雑音になり、周波数に比例して振幅が〔 A 〕なるので、ディエンファシス回路によって〔 B 〕の周波数成分を低減している。 | A
1 大きく
2 大きく
3 大きく
4 小さく
5 小さく | B
低域
高域
低域
高域
低域 | C
信号対雑音比 (S/N)
信号対雑音比 (S/N)
周波数特性
周波数特性
信号対雑音比 (S/N) |
| (2) FM 送信機では、周波数変調する前の信号の周波数成分を、ディエンファシス回路と逆の周波数特性で強調 (プレエンファシス) して、送受信機の総合周波数特性が一様になるようにし、〔 C 〕を改善している。 | | | |

- A - 3 次の記述は、デジタル通信に用いられる多相位相変調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) QPSK (4PSK) 波は、BPSK (2PSK) 波に比べ 2 倍のビットレートを有し、必要な周波数の帯域幅は〔 A 〕である。 | A
1 同じ
2 同じ
3 同じ
4 2 倍
5 2 倍 | B
加算
掛け算
加算
掛け算
加算 | C
3
4
4
3
4 |
| (2) QPSK 波は、二つの直交する BPSK 波を〔 B 〕することによって得られる。 | | | |
| (3) 8PSK 波の各位相は、〔 C 〕ビットのデジタルデータに対応している。 | | | |

- A - 4 FM (F3E) 送信機において、変調信号の周波数が 3〔kHz〕、最大周波数偏移が 12〔kHz〕のとき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 12〔kHz〕 2 15〔kHz〕 3 30〔kHz〕 4 40〔kHz〕 5 60〔kHz〕

- A - 5 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 受信周波数に近接した周波数の妨害波により、混信妨害が生ずることがある。
- 2 受信周波数に近接した周波数の妨害波は、中間周波増幅器の選択度を向上させることなどにより低減できる。
- 3 映像周波数による混信妨害は、受信周波数に対して中間周波数の 2 倍の周波数だけ離れた妨害波が、受信機内で中間周波数に変換されるために生ずる。
- 4 相互変調による混信妨害は、高周波増幅器や中間周波増幅器などのうち、主に中間周波増幅器の入出力特性の非直線性により生ずる。
- 5 相互変調による混信妨害は、周波数混合器より前段の周波数選択度を向上させることなどにより軽減できる。

A - 6 次の記述は、スーパーヘテロダイン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) 雑音制限感度とは、受信機の総合利得が十分大きく、かつ信号出力中に内部雑音が見れるとき、規定の □ A を得るのに必要な最小受信入力レベルをいう。
- (2) 内部雑音のレベルは、受信機の □ B で発生する雑音でほぼ決まる。

A	B
1 信号対雑音比 (S/N)	高周波増幅器
2 信号対雑音比 (S/N)	検波器
3 雑音レベル	高周波増幅器
4 雑音レベル	検波器
5 搬送波レベル	高周波増幅器

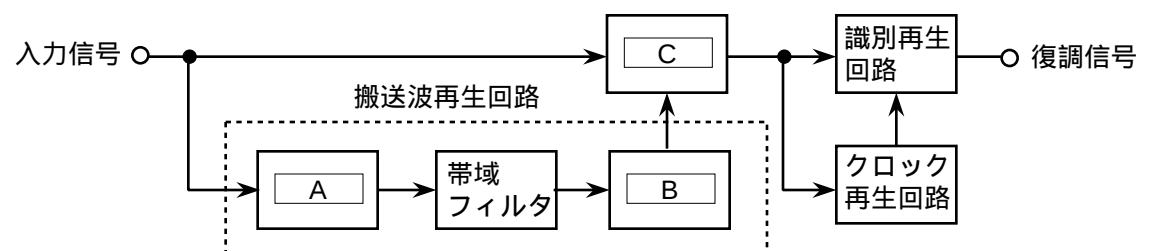
A - 7 次の記述は、FM (F3E) 波の検波器について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 検波方式の一つとして、入力信号の周波数変化を位相変化に置き換え、位相変化量に比例する電圧を取り出す方法がある。
- 2 フォスター・シーリー検波器及び比 (レシオ) 検波器は、スロープ検波器に比べて入出力の直線性が良い。
- 3 フォスター・シーリー検波器は、入力信号の振幅がある値を超えて変動しても出力信号の振幅への影響を抑える機能がある。
- 4 比 (レシオ) 検波器の検波効率は、原理的にフォスター・シーリー検波器の検波効率の半分である。
- 5 位相同期ループ (PLL) を用いた検波器は、フォスター・シーリー検波器及び比 (レシオ) 検波器に用いられる変成器が不要である。

A - 8 FM (F3E) 受信機において、受信波の変調信号の周波数が 3 [kHz]、変調指数が 10 のとき、1 [W] の出力電力が得られた。同じ受信機において、変調信号の周波数が同じで変調指数が 5 のときの出力電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 0.25 [W] 2 0.36 [W] 3 0.50 [W] 4 0.71 [W] 5 1.00 [W]

A - 9 図は、同期検波方式を用いた BPSK (2PSK) 波の復調回路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 $\pi/2$ 移相回路	$\pi/2$ 移相回路	位相検波回路
2 $\pi/2$ 移相回路	1/2 分周回路	直線検波回路
3 周波数 2 逓倍回路	$\pi/2$ 移相回路	位相検波回路
4 周波数 2 逓倍回路	1/2 分周回路	位相検波回路
5 周波数 2 逓倍回路	$\pi/2$ 移相回路	直線検波回路

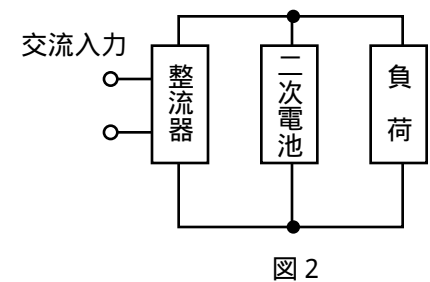
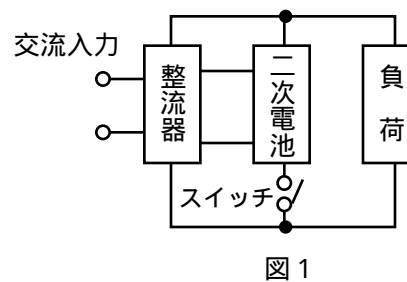
A - 10 レーダーの最大探知距離 $R_{\max}$ 〔m〕をレーダー方程式より求めた式及びこの式のパラメータを変えて $R_{\max}$ を 2 倍にする方法の正しい組合せを下番号から選べ。ただし、アンテナは送受信共用とし、その利得を G （真数）、送信電力を P_T 〔W〕、電波の波長を λ 〔m〕、物標の有効反射断面積を σ 〔m²〕、信号の探知限界を表す最小受信電力を $S_{\min}$ 〔W〕とする。

- | $R_{\max}$ を表す式 | $R_{\max}$ を 2 倍にする方法 |
|--|-------------------------------|
| 1 $\left(\frac{P_T G^2 \lambda^2 \sigma}{(4 \pi)^3 S_{\min}} \right)^{1/2}$ | G を 2 倍にする。 |
| 2 $\left(\frac{P_T G^2 \lambda^2 \sigma}{(4 \pi)^3 S_{\min}} \right)^{1/2}$ | P_T 、 G とともに 2 倍にする。 |
| 3 $\left(\frac{P_T G^2 \lambda^2 \sigma}{(4 \pi)^3 S_{\min}} \right)^{1/4}$ | P_T を 2 倍にし、 G を 4 倍にする。 |
| 4 $\left(\frac{P_T G^2 \lambda^2 \sigma}{(4 \pi)^3 S_{\min}} \right)^{1/4}$ | $S_{\min}$ が 1/8 の高感度受信機を用いる。 |
| 5 $\left(\frac{P_T G^2 \lambda^2 \sigma}{(4 \pi)^3 S_{\min}} \right)^{1/4}$ | P_T を 4 倍にし、 G を 2 倍にする。 |

A - 11 次の記述は、二次電池の充電方法のうち、浮動充電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番号から選べ。

- (1) 二次電池は、整流器及び負荷と □ A □ のように接続される。
 (2) 通常の使用状態で負荷に電力を供給するのは、□ B □ である。
 (3) 停電などで負荷に電力を供給するときの瞬断が □ C □。

- | | A | B | C |
|---|-----|------|----|
| 1 | 図 1 | 二次電池 | ない |
| 2 | 図 1 | 整流器 | ある |
| 3 | 図 1 | 二次電池 | ある |
| 4 | 図 2 | 整流器 | ない |
| 5 | 図 2 | 二次電池 | ある |



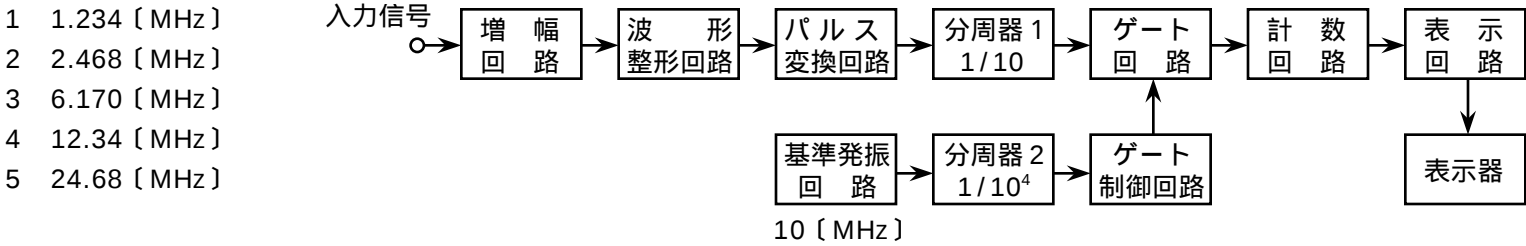
A - 12 次の記述は、インマルサット船舶地球局のインマルサット C 型の無線設備について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下番号から選べ。

- | | A | B | C |
|--|--------|--------|------|
| (1) 小型の □ A □ アンテナが用いられており、小型船舶への搭載が可能である。 | 1 指向性 | 低速のデータ | 回線交換 |
| (2) 伝送できるのは、□ B □ のみである。 | 2 指向性 | 音声信号 | 蓄積転送 |
| (3) 通信には、□ C □ 方式が用いられている。 | 3 無指向性 | 低速のデータ | 回線交換 |
| | 4 無指向性 | 音声信号 | 回線交換 |
| | 5 無指向性 | 低速のデータ | 蓄積転送 |

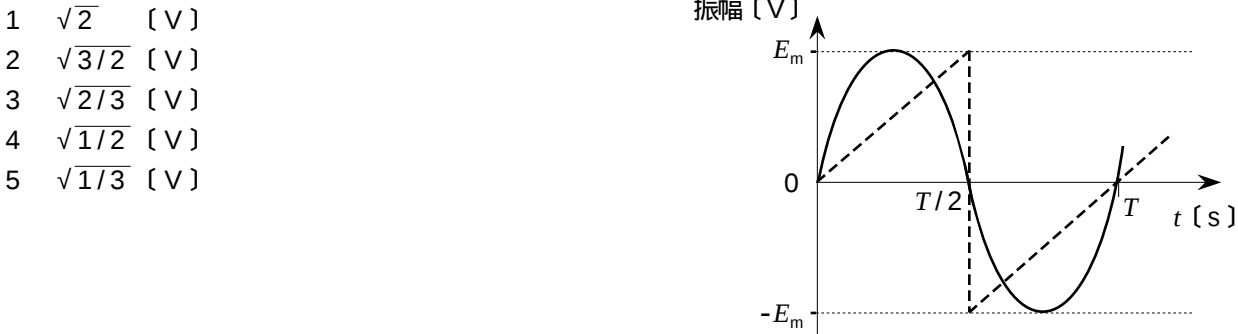
A - 13 次の記述は、狭帯域直接印刷電信装置（NBDP）について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下番号から選べ。

- | | A | B | C |
|--|-------------|----|----------|
| (1) 送信には、SSB 送信機を用い、□ A □ 変調した電波を発射する。 | 1 周波数偏移（偏位） | 複信 | カナ文字及び漢字 |
| (2) 通信方式は □ B □ 方式である。 | 2 周波数偏移（偏位） | 単信 | カナ文字 |
| (3) 国内方式で用いる文字コードは、1 文字当たり 7 ビットで構成されており、アルファベット文字の他に □ C □ を伝送することができる。 | 3 周波数偏移（偏位） | 単信 | カナ文字及び漢字 |
| | 4 振幅偏移 | 複信 | カナ文字 |
| | 5 振幅偏移 | 単信 | カナ文字及び漢字 |

A - 14 図に示す計数形周波数計（カウンタ）を用いた周波数測定において、計数回路の計数値が 1,234 であった。このとき表示される測定値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、分周器 1 の分周比を 1/10、分周器 2 の分周比を 1/10⁴とし、基準発振回路の出力の周波数を 10〔MHz〕とする。また、入力信号は、波形整形回路で方形波に整形された後、パルス変換回路でその立ち上がりが検出され、パルス列に変換されるものとし、ゲート制御回路は、分周器 2 の出力信号の 1/2 周期の時間だけゲート回路を開くものとする。

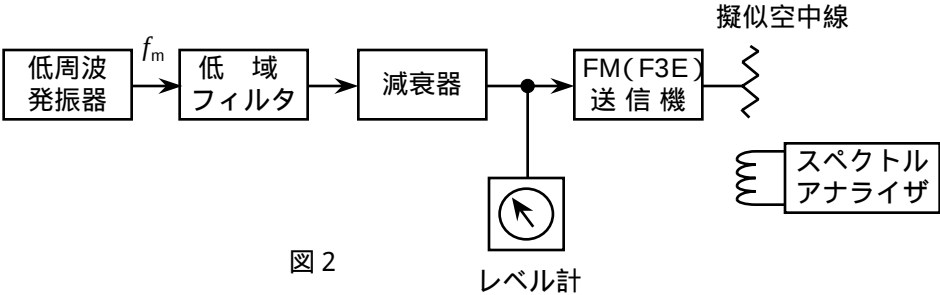
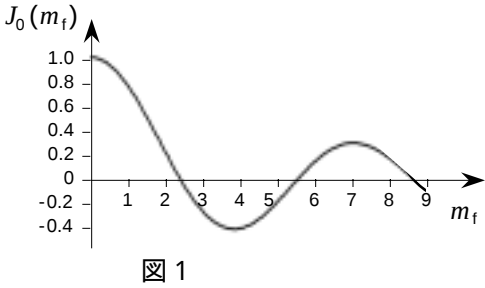


A - 15 図に示す、波高値が共に等しい正弦波とのこぎり波を、真の実効値を指示する電子電圧計で測定したところ、正弦波の指示値は 1〔V〕であった。のこぎり波を測定したときの指示値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電子電圧計の誤差はないものとする。



A - 16 次の記述は、搬送波零位法による周波数変調（FM）波の周波数偏移の測定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、同じ記号の□内には同じ字句が入るものとする。

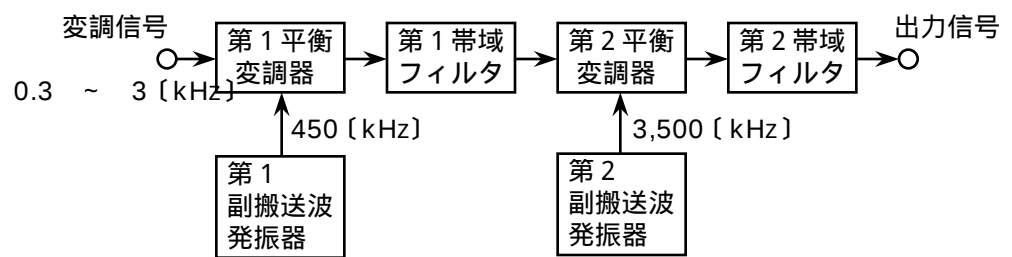
- (1) FM 波の搬送波及び各側帯波の振幅は、変調指数 m_f を変数（偏角）とする □ A □ を用いて表され、このうち搬送波の振幅は、零次の □ A □ $J_0(m_f)$ に比例する。 $J_0(m_f)$ は m_f に対して図 1 に示すような特性を持ち、 m_f が約 2.41、5.52、8.65、・・・のとき、ほぼ零になる。
- (2) 図 2 に示す構成例において、周波数 f_m 〔Hz〕の単一正弦波で周波数変調した FM（F3E）送信機の出力の一部をスペクトルアナライザに入力し、FM 波のスペクトルを表示する。単一正弦波の振幅を零から次第に大きくしていくと、搬送波及び各側帯波のスペクトル振幅がそれぞれ消長を繰り返しながら、徐々に FM 波の占有周波数帯幅が □ B □。
- (3) 搬送波の振幅が零になるときの m_f の値及び単一正弦波の周波数 f_m から、このときの周波数偏移 f_d は、 $f_d =$ □ C □ より求められる。



A	B	C
1 ベッセル関数	狭まる	f_m / m_f
2 ベッセル関数	広がる	$m_f f_m$
3 フーリエ級数	狭まる	f_m / m_f
4 フーリエ級数	広がる	f_m / m_f
5 フーリエ級数	狭まる	$m_f f_m$

A - 17 図に示す SSB (J3E) 送信機の構成例において、出力信号の周波数の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、入力の変調信号の周波数を $0.3 \sim 3$ [kHz]、第 1 及び第 2 副搬送波発振器の出力の周波数をそれぞれ 450 [kHz] 及び $3,500$ [kHz] とする。また、第 1 及び第 2 帯域フィルタの通過帯域はいずれも上側波帯のみとする。

- 1 $3,050.3 \sim 3,053$ [kHz]
- 2 $3,500.3 \sim 3,503$ [kHz]
- 3 $3,947.3 \sim 3,950$ [kHz]
- 4 $3,950.3 \sim 3,953$ [kHz]
- 5 $4,047.3 \sim 4,050$ [kHz]



A - 18 次の記述は、パルスレーダーの表示部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) 画面上に他船の □ A を残してその動きを把握し、危険を回避するため、トレールが用いられる。

(2) 航行の安全上、例えば自船の前方 $3 \sim 6$ マイルの間に警戒ラインをリング状に設定し、このリングに侵入してくる物標に対して可視及び可聴の警報を発生させて注意を喚起するため、□ B が用いられる。

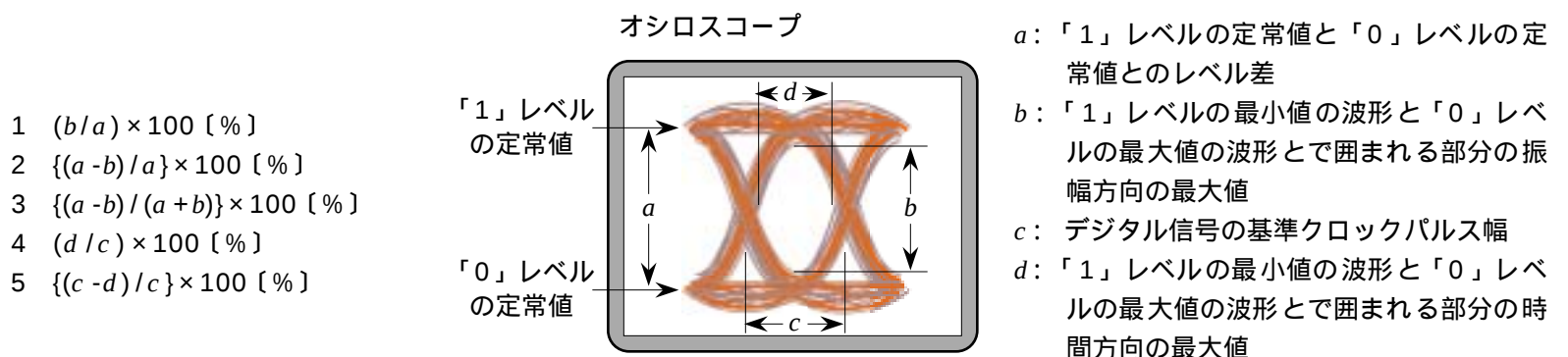
(3) 危険な狭水域等の航路をあらかじめ海図により求めて、画面上に記入しておき、可変距離環目盛発生回路 (VRR) 又は並行力 - ソル等と併用して航行の安全を図るために使用する電子的な航路線を □ C という。

	A	B	C
1	船名	ガ - ドリング	デフルータ
2	船名	パフォーマンスモニタ	ナブライン
3	航跡	パフォーマンスモニタ	デフルータ
4	航跡	ガ - ドリング	ナブライン
5	航跡	ガ - ドリング	デフルータ

A - 19 次の記述は、低軌道衛星を利用した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。

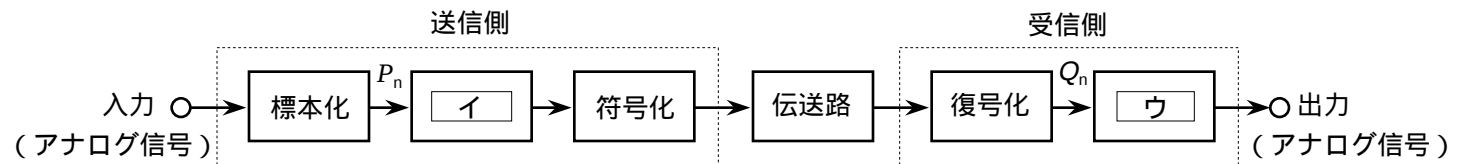
- 1 コスパス・サーサット衛星で受信した衛星 EPIRB の電波のドプラ偏移の情報及びコスパス・サーサット衛星の軌道情報を用いて衛星 EPIRB の位置を求めることができる。
- 2 船舶に搭載のフロート・フリー型の衛星 EPIRB は、船舶が沈没したときに水圧センサの働きによって自動的に離脱浮上し、遭難を知らせる信号などを発射する。
- 3 いったん動作を開始した衛星 EPIRB は、手動により動作を停止することができない。
- 4 使用周波数帯は、 121.5 [MHz] 及び 40 [MHz] 帯である。
- 5 人工衛星向けの信号と航空機がホーミングするための信号を送信することができる。

A - 20 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を求める数式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、縦軸の単位は [V]、横軸の単位は [μ s] である。



B - 1 次の記述は、図に示すパルス符号変調（PCM）方式を用いた伝送系の原理的な構成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、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。また、標準化周波数を f 〔Hz〕とする。

- (1) 入力のアナログ信号を標準化すると、□ア 間隔が一定で、その振幅がアナログ信号で変調されたパルス列 P_n が得られる。
- (2) P_n の各振幅の値を所定のレベル値で近似する □イ を行い、符号化によって、2 進符号などに変換して伝送する。
- (3) 受信した符号を復号して得たパルス列 Q_n を、□ウ に通してアナログ信号を再現して出力する。
- (4) 標準化定理が成り立つ条件として、入力アナログ信号が $f/2$ 〔Hz〕以上の周波数成分を □エ こと及び受信側の □ウ が $f/2$ 〔Hz〕以上の成分を通過 □オ ことなどがある。



- | | | | | |
|--------|----------|----------|-------|--------|
| 1 させない | 2 高域フィルタ | 3 低域フィルタ | 4 含む | 5 含まない |
| 6 させる | 7 暗号化 | 8 量子化 | 9 周波数 | 10 時間 |

B - 2 次の記述は、捜索救助用レーダートランスポンダ（SART）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 GMDSS における、遭難船又は生存艇の捜索及び遭難者の発見のための主な手段として用いられるもので、この装置は、生存艇と一体又は海面に浮いた状態で運用できる。
- イ 手動又は自動で動作し、6〔GHz〕帯の船舶又は航空機のレーダー電波を受信したとき、6〔GHz〕帯の電波で応答する。
- ウ SART の電波が受信されたとき、捜索側のレーダー画面には、SART の位置から画面の中心方向に8 点の輝点列が表示される。
- エ 捜索側のレーダー電波を受信すると、その存在と接近情報を間欠音又は光によって遭難者に知らせる。
- オ 10 海里までの距離にある高さ15 メートルのアンテナを有する船舶のレーダーからの電波を受けたときに、正確に動作するように設計されている。

B - 3 次の記述は、AM（A3E）受信機の混変調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。ただし、1〔 μ V〕を0〔dB μ 〕とする。

- (1) 図1に示す構成例において、標準信号発生器1（SG1）を希望周波数に合わせて標準変調（変調周波数1,000〔Hz〕、変調度30〔%〕とする）を行い、規定のレベルで受信機に加える。受信機は、AGCを□アにして最良状態に調整し、受信機出力が標準出力となるように受信機の利得を調整する。
- (2) SG1 の変調を切り、□イ のみを受信機に加える。次に標準信号発生器2（SG2）を指定の妨害周波数に合わせて同様に標準変調を行い、受信機に加える。SG2（妨害波）の出力を増加していくと混変調が生じて受信機出力が現れるので、この出力が標準出力より20〔dB〕□ウ 値になったときの受信機入力レベルを求め、これを妨害波入力レベルとする。
- (3) 妨害周波数を希望周波数の上下に適当な間隔で変化させて、(1)～(2)の測定を繰り返す。さらに、希望波の□エ も適当に変化させ、上記の測定を繰り返す。測定結果は、図2に示すように、横軸を希望周波数と妨害周波数との周波数差〔kHz〕、縦軸を妨害波入力レベル〔dB μ 〕としてグラフを描く。得られたグラフの□カ 及び□キ のうち、希望波の入力レベルが高いのは、□オ である。

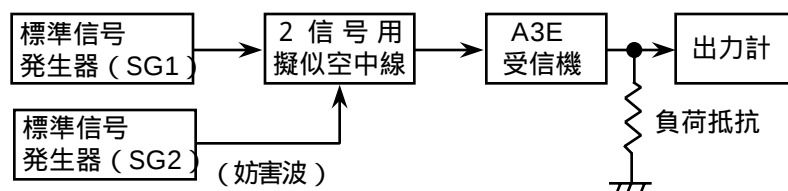


図1

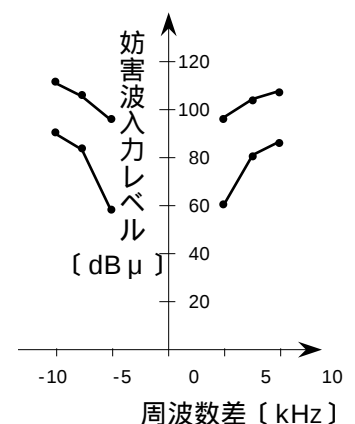
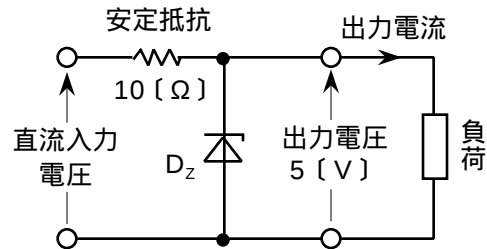


図2

- | | | | | |
|-------|---------|----------|---|---------|
| 1 低い | 2 高い | 3 搬送波 | 4 | 5 接（ON） |
| 6 周波数 | 7 入力レベル | 8 断（OFF） | 9 | 10 変調信号 |

B - 4 次の記述は、図に示す定電圧回路（出力電圧 5〔V〕、最大出力電流 100〔mA〕）が正常に動作するために必要な、直流入力電圧の範囲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、安定抵抗を 10〔Ω〕、ツェナーダイオード D_z は理想的に動作し、ツェナー電圧及び許容電流を 5〔V〕及び 200〔mA〕とする。

- (1) D_z が、定電圧特性を示すためには、 D_z の □ア に電流が流れる必要がある。負荷に最大電流が流れるとき、安定抵抗を流れる電流による電圧降下は □イ である。よって、直流入力電圧は □ウ でなければならない。
- (2) また、出力端が無負荷のとき、安定抵抗を流れる電流は、すべて D_z を流れる。 D_z が破損しないためには、安定抵抗を流れる電流は D_z の許容電流以下でなければならない、その電圧降下は □エ となる。よって、直流入力電圧は □オ でなければならない。



- | | | | | |
|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| 1 順バイアス方向 | 2 1〔V〕より小 | 3 2〔V〕以下 | 4 6〔V〕より小 | 5 7〔V〕以下 |
| 6 逆バイアス方向 | 7 1〔V〕より大 | 8 2〔V〕以上 | 9 6〔V〕より大 | 10 7〔V〕以上 |

B - 5 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) 使用周波数帯は、中波（MF）、短波（HF）及び □ア 帯である。
- (2) 信号伝送速度は、MF 及び HF 帯では □イ〔bps〕、また、□ア 帯では □ウ〔bps〕である。
- (3) 遭難警報を送るためのボタンを押すと、自動的に遭難警報を □エ 連続して送信する。
- (4) 遭難警報は、使用する電波の伝搬範囲内に存在する □オ の船舶局及び海岸局に対して行われる。

- | | | | | |
|-------|-------------|-------|---------|----------|
| 1 特定 | 2 超短波（VHF） | 3 2 回 | 4 1,200 | 5 150 |
| 6 すべて | 7 極超短波（UHF） | 8 5 回 | 9 100 | 10 1,500 |