

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、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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 変調信号が同じとき、占有周波数帯幅は、AM(A3E)波のほぼ
□ A である。
- (2) 電波は、変調信号の □ B 放射される。
- (3) AM(A3E)波に比べ、選択性フェージングの影響を受け □ C 。

	A	B	C
1	1/4	有るときだけ	にくい
2	1/4	有るときだけ	やすい
3	1/4	有無にかかわらず	にくい
4	1/2	有無にかかわらず	やすい
5	1/2	有るときだけ	にくい

A - 2 次の記述は、送信機において発生することがある高調波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) 送信機の各段の入力側と出力側の静電結合や電磁結合を □ A する。
- (2) 送信機の出力同調回路の尖鋭度 Q を □ B する。
- (3) 終段の電力増幅器をプッシュプル増幅器にし、□ C の高調波を抑制する。

	A	B	C
1	多く	高く	奇数次
2	多く	低く	偶数次
3	少なく	低く	奇数次
4	少なく	高く	偶数次
5	少なく	高く	奇数次

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)を BPSK(2PSK)と比較すると、同じ周波数帯域幅における理論的なデータの伝送速度の上限は、□ A 倍である。
- (2) QPSK 信号は、二つの直交する BPSK 信号を □ B することによって得られる。
- (3) 8PSK 信号の各位相は、□ C ビットのデジタルデータに対応している。

	A	B	C
1	2	加算	3
2	2	加算	4
3	2	掛け算	4
4	4	掛け算	3
5	4	加算	4

A - 4 次の記述は、図に示す直線検波器に振幅変調波 $e = E (1+m \cos pt) \cos \omega t$ [V] を加えたときの検波効率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、搬送波の振幅を E [V]、変調度を $m \times 100$ [%]、搬送波及び信号(変調信号)波の角周波数をそれぞれ ω [rad/s] 及び p [rad/s]、抵抗を R [Ω]、コンデンサの静電容量を C [F]、 $\omega \gg (1/CR) \gg p$ とする。

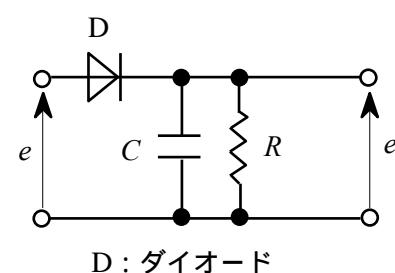
- (1) 直線検波器の出力 e_o は次式で表される。ただし、 E_d [V] は直流電圧で、 e_o の平均電圧に等しい。

$$e_o = \boxed{A} [V] \dots \dots$$

- (2) 検波効率 η は、 \boxed{B} を E と m の積 mE で割った値であるから、次式で表される。

$$\eta = \boxed{C} \dots \dots \dots$$

	A	B	C
1	$m E_d \cos pt$	復調した信号波電圧の振幅	E/E_d
2	$m E_d \cos pt$	e_o の平均電圧	$E_d/(mE)$
3	$E_d (1+m \cos pt)$	e_o の平均電圧	$(mE)/E_d$
4	$E_d (1+m \cos pt)$	e_o の平均電圧	E_d/E
5	$E_d (1+m \cos pt)$	復調した信号波電圧の振幅	E_d/E



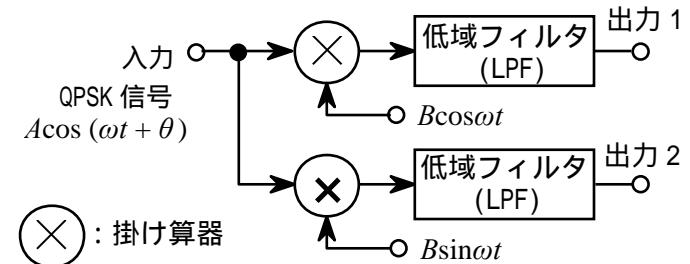
A - 5 FM(F3E)送信機において、変調信号の周波数が3 [kHz]、最大周波数偏移が6 [kHz] のときの占有周波数帯幅の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 6 [kHz] 2 9 [kHz] 3 15 [kHz] 4 18 [kHz] 5 21 [kHz]

A - 6 次の記述は、図に示す同期検波を用いた QPSK(4PSK)復調器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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、入力の QPSK 信号を $A\cos(\omega t + \theta)$ [V]、復調用搬送波を $B\cos\omega t$ [V] 及び $B\sin\omega t$ [V] とし、QPSK 信号の位相 θ は、 $/4, 3/4, 5/4$ 又は $7/4$ [rad] のいずれかの値をとるものとする。

- (1) 出力 1 が正の値をとるのは、QPSK 信号の位相 θ が $/4$ 又は A [rad] のときである。
 (2) 出力 2 が正の値をとるのは、QPSK 信号の位相 θ が $5/4$ 又は B [rad] のときである。

A	B
1 5/4	/4
2 7/4	3/4
3 7/4	7/4
4 3/4	3/4
5 3/4	5/4



A - 7 スーパーヘテロダイン受信機の初段に高周波増幅器を設ける目的に関する次の記述のうち、適切でないものを下の番号から選べ。

- 1 雑音制限感度を改善する。
 2 影像周波数による妨害を低減する。
 3 2信号(実効)選択度を改善する。
 4 局部発振器の出力の一部が受信アンテナから輻射されるのを防止する。
 5 局部発振器の出力の発振周波数を安定化する。

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1のとき、2 [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2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 6 [W] 2 7 [W] 3 8 [W] 4 9 [W] 5 10 [W]

A - 9 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)が P_A [W] のとき、同じ温度の抵抗 $2R$ [] から取り出し得る有能雑音電力の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $2P_A$ [W] 2 P_A [W] 3 $P_A/2$ [W] 4 $P_A/3$ [W] 5 $P_A/4$ [W]

A - 10 図1に示す半波整流回路において、抵抗 R_L [] に流れる負荷電流を i_L [A] として図2に示す波形が得られた。この回路のリップル率を表す式及びリップル率の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 i_L の中に含まれる直流電流成分 I_{DC} を $3/4$ [A]、 i_L の実効値 i_{rms} の大きさを 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。

リップル率を表す式	リップル率の値
1 $\sqrt{(i_{rms}/I_{DC})^2 - 1} \times 100$ [%]	121 [%]
2 $\sqrt{(i_{rms}/I_{DC})^2 - 1} \times 100$ [%]	148 [%]
3 $\sqrt{(i_{rms}/I_{DC})^2 - 1} \times 100$ [%]	157 [%]
4 $(i_{rms}/I_{DC}) \times 100$ [%]	121 [%]
5 $(i_{rms}/I_{DC}) \times 100$ [%]	157 [%]

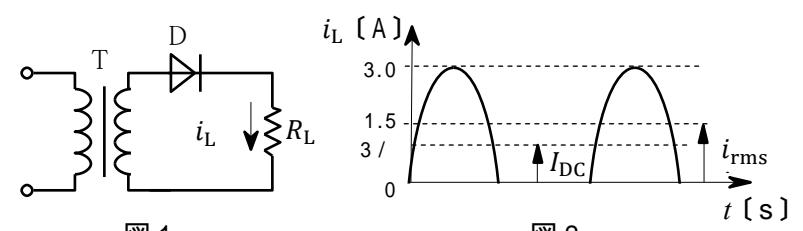


図1

図2

A - 11 パルスレーダーから $(15/) \times 10^3$ [m] の距離にある二つの点物標を分離して探知することができる物標間の水平距離の最小値が 100 [m] のとき、このパルスレーダーの方位分解能の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

1 0.6 度 2 1.2 度 3 2.4 度 4 3.6 度 5 4.8 度

A - 12 インマルサットシステムに関する次の記述のうち、誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 海岸地球局は、静止軌道上の衛星に対し、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、1.6 [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、デジタル通信方式を用いており、電話、ファクシミリ及びテレックスの送受信を行うことができる。
- 4 インマルサット B 型無線設備は、デジタル通信方式を用いており、電話、ファクシミリ及びテレックスの送受信のほか、船舶地球局の個別呼出し又はグループ呼出しを行うことができる。
- 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、救助調整本部(RCC)のオペレータに接続される。

A - 13 次の記述は、図に示す受信機の 2 信号選択性特性の測定に用いられる整合回路の整合条件について述べたものである。

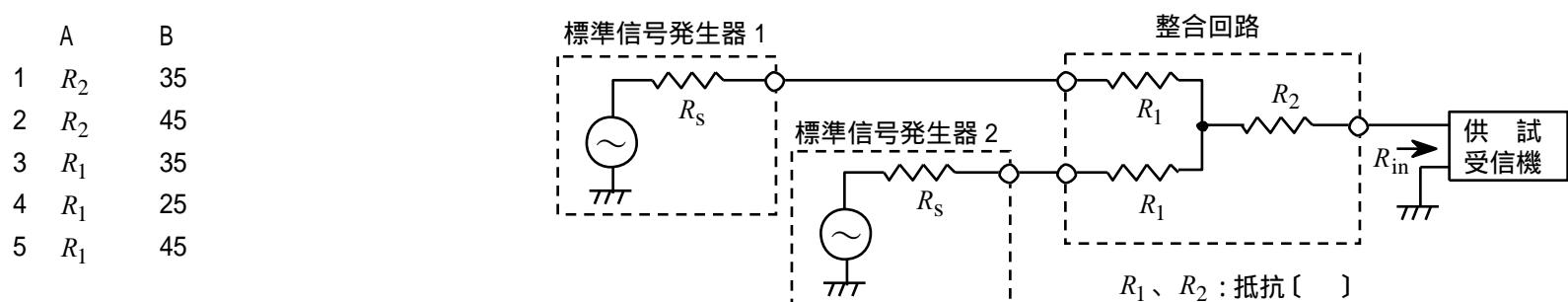
□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、標準信号発生器 1 及び標準信号発生器 2 の内部抵抗はいずれも R_s []、供試受信機の入力インピーダンスは R_{in} [] とする。

整合したとき、標準信号発生器 1 及び標準信号発生器 2 から整合回路側を見たインピーダンスは、それぞれの内部抵抗 R_s [] に等しく、また、供試受信機から整合回路側を見たインピーダンスは、 R_{in} [] に等しいので、次式が成り立つ。

$$R_s = \boxed{A} + \frac{(R_1 + R_s)(R_2 + R_{in})}{R_1 + R_2 + R_s + R_{in}} \quad \dots \quad R_{in} = R_2 + (R_1 + R_s)/2 \quad \dots$$

式 及び を解くことにより、 R_1 及び R_2 の値を求めることができる。

R_s 、 R_{in} がそれぞれ 50 []、75 [] のとき、 R_1 の値は 10 []、 R_2 の値は、 \boxed{B} [] である。



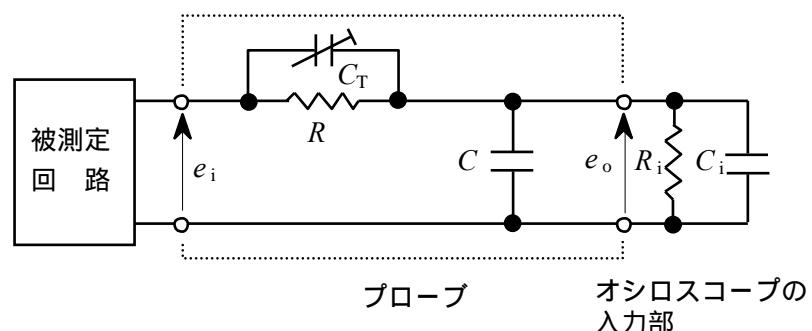
A - 14 次の記述は、図に示すオシロスコープの入力部と被測定回路を接続するプローブについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、オシロスコープの入力部は抵抗 R_i [] 及びコンデンサ C_i [F] で構成され、プローブは、抵抗 R []、可変容量 C_T [F] 及び線路の静電容量 C [F] で構成されるものとする。

なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) オシロスコープの入力部と被測定回路とを同軸線路などで接続するとき、周波数特性が平坦でないと \boxed{A} が生ずるので、これを防ぐためプローブを用いる。
- (2) プローブの入力信号 e_i [V] の角周波数が ω [rad/s] のとき、プローブの出力信号 e_o [V] と e_i との比 e_o/e_i は、次式で表される。 \boxed{A} が生じないためには、 e_o/e_i の値が ω と無関係になればよいので、 \boxed{B} になるように C_T を調整する。

$$\frac{e_o}{e_i} = \frac{R_i}{R \frac{1 + j\omega(C + C_i)R_i}{1 + j\omega C_T R} + R_i}$$

- | A | B |
|----------|------------------------|
| 1 ショット雑音 | $(C + C_i)R_i = C_T R$ |
| 2 ショット雑音 | $(C + C_i)R_i = C_T R$ |
| 3 波形ひずみ | $(C + C_i)R_i = C_T R$ |
| 4 波形ひずみ | $(C + C_i)R_i = C_T R$ |
| 5 フリッカ雑音 | $(C + C_i)R_i = C_T R$ |



A - 15 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。□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) 船舶に搭載の衛星 EPIRB は、船舶が沈没したときに □ A 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) 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 □ B 。
- (3) 406 [MHz] 帯を使用する衛星 EPIRB の信号は、約 □ C ごとに約 0.5 秒間の情報を繰り返し伝送する。

	A	B	C
1	水圧センサ	できる	50 秒
2	水圧センサ	できない	100 秒
3	水圧センサ	できる	100 秒
4	温度センサ	できない	50 秒
5	温度センサ	できる	100 秒

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。ただし、各機器間の整合はとれているものとする。

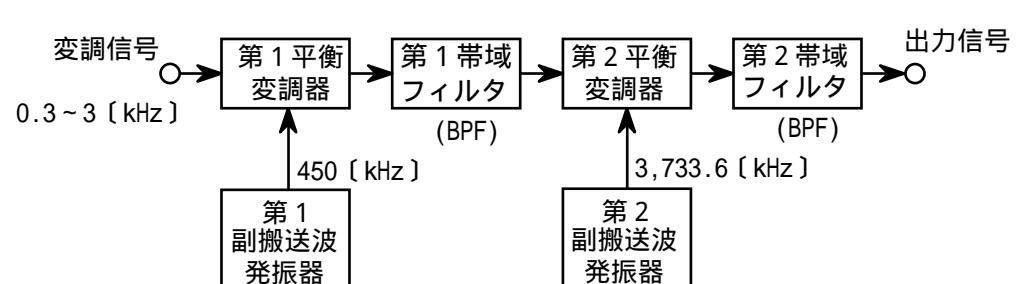
- (1) 変調度計の □ A を断(OFF)、□ B の遮断周波数を 15 [kHz] 程度に設定する。
- (2) 送信機は、指定のチャネルに設定して送信する。変調は、□ C の 1,000 [Hz] で周波数偏移許容値の 70 [%] に設定する。
- (3) (2)の変調状態での復調出力レベルを測定し、そのときの低周波発振器の出力レベルを記録する。
- (4) 低周波発振器の周波数を 300 [Hz] とし、(3)のときと同じ復調出力レベルが得られるように低周波発振器の出力レベルを変化させその値を記録する。
- (5) 低周波発振器の周波数を 500 [Hz]、2,000 [Hz] 及び 3,000 [Hz] と順次変えて(4)と同様な測定を行い低周波発振器の出力レベルの値を記録する。
- (6) (3)の □ D の出力レベルを基準として、(4)及び(5)における出力レベルとの比を基にプレエンファシス特性を求め、その特性が許容値範囲内であることを確認する。
- (7) 低周波発振器の出力レベルを一定として、復調出力レベルを測定する方法も可能である。その場合、1,000 [Hz] を基準として測定するが、3,000 [Hz] で飽和しないように注意する。



A	B	C	D
1 高域フィルタ(HPF)	低域フィルタ(LPF)	矩形波	変調度計
2 高域フィルタ(HPF)	低域フィルタ(LPF)	正弦波	低周波発振器
3 低域フィルタ(LPF)	高域フィルタ(HPF)	矩形波	低周波発振器
4 低域フィルタ(LPF)	高域フィルタ(HPF)	矩形波	変調度計
5 低域フィルタ(LPF)	高域フィルタ(HPF)	正弦波	低周波発振器

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 0.3~3 [kHz] とし、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 3,733.6 [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 4,183.9~4,186.6 [kHz]
 2 3,958.9~3,961.6 [kHz]
 3 3,733.9~3,736.6 [kHz]
 4 3,508.9~3,511.6 [kHz]
 5 3,283.9~3,280.6 [kHz]



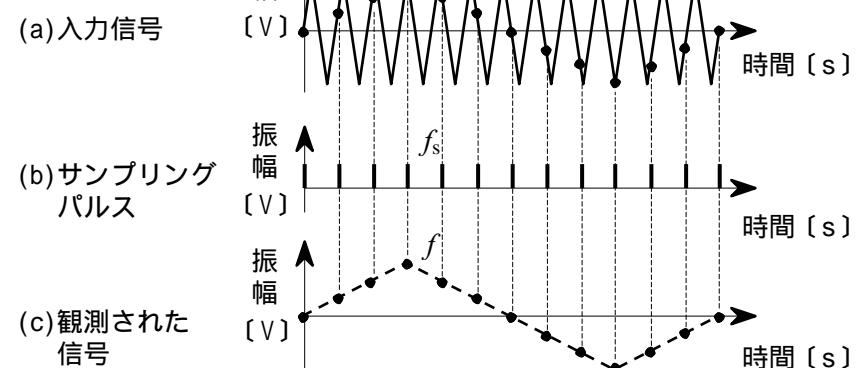
A - 18 次の記述は、船舶用パルスレーダーの受信機に用いる STC 回路及び FTC 回路について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- | | A | B | C |
|--|------|----|----|
| (1) STC 回路は、海面反射波による妨害を軽減するため、レーダーに近い距離にある物標からの反射波に対する受信機の感度を □ する。 | 1 低く | 微分 | 以上 |
| (2) FTC 回路は、雨や雪からの反射波のように距離方向に広範にわたり、ほぼ一様に観測される妨害を軽減するため、受信信号を □ し、クリップ回路などにより所定のレベル □ の成分を除去する。 | 2 低く | 積分 | 以下 |
| | 3 低く | 微分 | 以下 |
| | 4 高く | 積分 | 以上 |
| | 5 高く | 微分 | 以下 |

A - 19 次の記述は、サンプリングオシロスコープ等におけるサンプリング方式の一手法として、図に示すシーケンシャル等価時間サンプリング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) 図の(a)に示す入力信号を、その周期より □ 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、観測された信号として、(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) 入力信号の繰り返し周波数が f_i [Hz]、サンプリングパルスの繰り返し周波数が f_s [Hz] のとき、観測された信号の周波数 f は、□ [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) サンプリングによる低い周波数への変換は、
周期性のない入力信号 □ 。

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	$f_i - f_s$	には適用できない
5 長い	$f_i - f_s$	にも適用できる



A - 20 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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 SART は、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。
- 2 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 の位置から外側方向に約 8 海里にわたって 4 点の輝点列が表示される。
- 3 SART は、海中に投下されると手動又は自動的に動作し、9 [GHz] 帯の船舶のレーダー又は航空機のレーダーからの電波を受信したとき、9 [GHz] 帯で応答電波を発射する。
- 4 SART は、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。
- 5 SART の内蔵電池は、96 時間の待受状態の後、1 [ms] の周期でレーダー電波を受信した場合において、連続 8 時間の動作に支障のない容量がある。

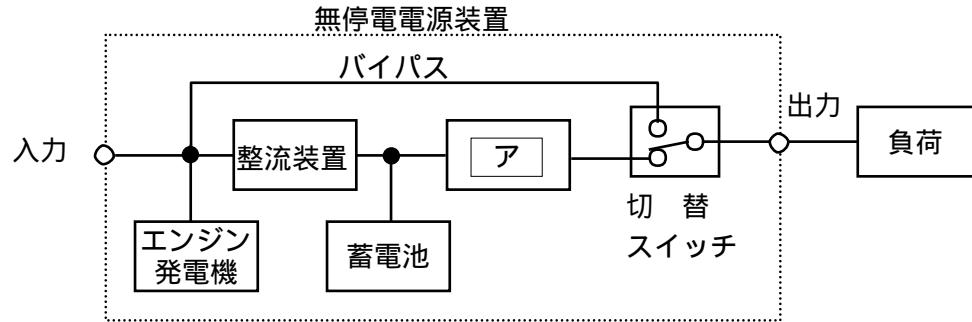
B - 1 次の記述は、デジタル選択呼出装置(DSC)について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。なお、同じ記号の□ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 使用周波数帯は、中波(MF)、短波(HF)及び □ 帯である。
- (2) 信号伝送速度は、MF 及び HF 帯では □ [bps]、また、□ 帯では □ [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 □ 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 □ の船舶局及び海岸局に対して行われる。

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

B - 2 次の記述は、図に示す構成例の無停電電源装置(CVCF 又は UPS)の動作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) 整流装置又は□アが故障したとき、切替スイッチをバイパスに切り替え、負荷に連続して□イを供給する。
- (2) 入力が短時間停電したとき、□ウから□アに直流電力を供給し、負荷に連続して□イを供給する。
- (3) 入力が長時間停電したとき、□エから整流装置に交流電力を供給し、負荷に連続して□イを供給する。
- (4) CVCF の出力を安定化する方法には、□アで出力電圧を制御する方法及び□アから出力した後で定電圧化する方法などがあり、大電力の CVCF には□オが適している。



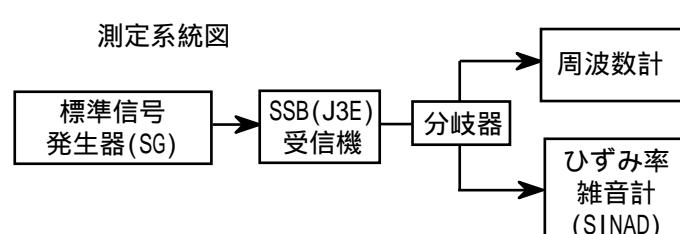
- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|-----------------------|
| 1 後者 | 2 直流電力 | 3 蓄電池 | 4 乾電池 | 5 エンジン発電機 |
| 6 交流電力 | 7 前者 | 8 平滑回路 | 9 太陽電池 | 10 インバータ(DC-AC コンバータ) |

B - 3 次の記述は、図に示す測定系統図を用いた SINAD 法による SSB(J3E)受信機の感度の測定手順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、受信機感度の条件として、1,000 [Hz] の変調周波数において、受信機の定格出力の 1/2 の出力とその中に含まれる不要成分との比を 20 [dB] とするために必要な受信機入力電圧を 3 [μV] 以下とする。また、受信機がクラリファイヤを持つ場合には、その調整器を中央に設定して測定を行うものとし、各機器間の整合はとれているものとする。

- (1) 標準信号発生器(SG)の周波数を受信機の復調出力周波数が□ア [Hz] となるように設定する。
- (2) SG を無変調状態とし、その出力を受信機入力電圧が□イ [μV] となるよう設定する。
- (3) (2)の状態で受信機の各段の調整器を取扱説明書に記載された方法により調整し、(記載のない場合は、低周波段利得調整器を最大とし、高周波段利得調整器により調整する。)受信機の復調出力が規定の出力(定格出力の 1/2)となるように設定する。
- (4) (3)の状態で受信機の復調信号の SINAD 即ち $10 \log_{10} \frac{\text{ウ}}{\text{エ}}$ が□エ [dB] となる SG の出力レベルから受信機入力電圧を求める。ここで、S は信号、N は雑音、D は□オとする。
- (5) (4)で求めた受信機入力電圧の値が、受信機感度の条件である 3 [μV] 以下に適合しているか否かを確認する。

- | | |
|------|-----------------------|
| 1 3 | 6 1,000 |
| 2 6 | 7 $\{(S+N+D)/(N+D)\}$ |
| 3 20 | 8 $\{(S+N+D)/(S+N)\}$ |
| 4 10 | 9 低調波成分 |
| 5 0 | 10 ひずみ成分 |



B - 4 次の記述は、パルス振幅変調(PAM)及びパルス幅変調(PWM)について述べたものである。□内に入るべき字句を下の番号から選べ。ただし、変調信号は、アナログ信号とする。

- (1) PAM は、変調信号の振幅に応じてパルスの □ア□ が変化する。
(2) PAM 信号は、□イ□ を用いて復調することができる。
(3) PWM は、変調信号の振幅に応じてパルスの □ウ□ が変化する。
(4) PWM 信号は、低域フィルタ(LPF)を用いて復調する□エ□。
(5) PAM 信号又は PWM 信号を、振幅の直線性が悪い増幅器で増幅したとき、復調した信号にひずみを生じやすいのは、□オ□ 信号である。

1 できる 2 振幅 3 低域フィルタ(LPF) 4 PWM 5 周期
6 できない 7 周波数 8 高域フィルタ(HPF) 9 PAM 10 幅

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 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。
イ 海岸地球局から EGC 受信機に対して放送衛星(BS)を経由して放送する。
ウ 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。
エ 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。
オ 放送される情報のフォーマットは、国際ナブテックス(NAVTEX)システムと同じである。