

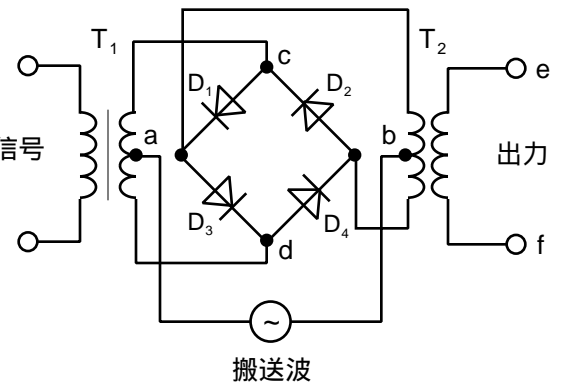
XA709

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 次の記述は、図に示すリング変調器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。ただし、ダイオード D_1 、 D_2 、 D_3 及び D_4 、変成器 T_1 及び T_2 は理想的に動作し、回路は平衡しているものとする。また、搬送波のレベルは、変調信号のレベルより十分大きいものとする。

- 1 端子 a の電位が端子 b の電位より高いとき、 D_1 及び D_3 が導通 (ON) になる。
- 2 変調信号がなく、搬送波のみを入力したとき、端子 e f には、搬送波が入力とほぼ同じレベルで出力される。
- 3 搬送波がなく、変調信号のみを入力したとき、端子 e f には、変調信号が入力とほぼ同じレベルで出力される。
- 4 変調信号 (単一正弦波) 及び搬送波を入力したとき、端子 e f には、搬送波の $1/2$ 周期ごとに 変調信号の位相が反転した波形が出力される。
- 5 変調信号及び搬送波を入力したとき、端子 e f の出力を帯域フィルタに通すと AM (A3E) 波が得られる。

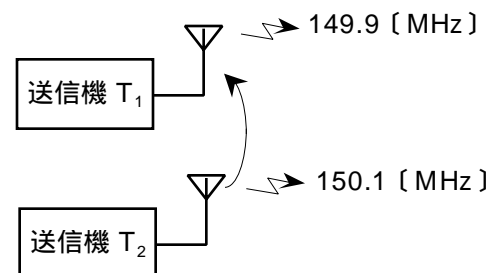


A - 2 AM (A3E) 送信機の出力電力及び終段電力増幅器の電力効率の値の組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、出力の搬送波電力を 200 [W]、変調度を 40 [%] とし、変調信号は単一正弦波とする。また、終段電力増幅器の電力損失を 54 [W] とし、その他の損失は無視するものとする。

	出力電力	電力効率
1	216 [W]	70 [%]
2	216 [W]	76 [%]
3	216 [W]	80 [%]
4	240 [W]	76 [%]
5	240 [W]	82 [%]

A - 3 図に示すように、二台の送信機が接近して配置されているとき、送信周波数が 149.9 [MHz] の送信機 T_1 に、送信周波数が 150.1 [MHz] の送信機 T_2 の電波が入り込み、二台の送信機の送信周波数近傍の周波数帯において三次の相互変調波が発生した。このときの相互変調波の周波数成分として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 149.7 [MHz] 及び 150.2 [MHz]
- 2 149.7 [MHz] 及び 150.3 [MHz]
- 3 149.8 [MHz] 及び 150.2 [MHz]
- 4 149.8 [MHz] 及び 150.3 [MHz]
- 5 149.8 [MHz] 及び 150.4 [MHz]



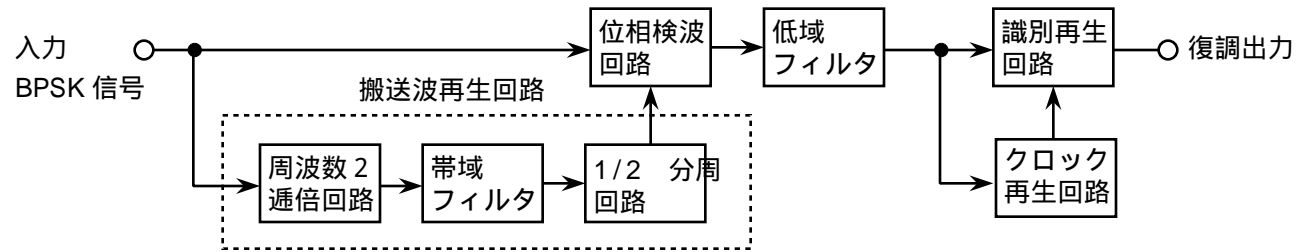
A - 4 次の記述は、BPSK (2PSK) 波及び QPSK (4PSK) 波について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 一般に、変調信号に対して BPSK 波は、 $\pi/2$ [rad] QPSK 波は、□ A [rad] の間隔で搬送波の位相を割り当てる。
- (2) QPSK 波は、二つの直交する BPSK 波を □ することによって得られる。
- (3) QPSK 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	B	C
1	$\pi/8$	加算	2
2	$\pi/8$	掛け算	4
3	$\pi/4$	掛け算	4
4	$\pi/4$	加算	4
5	$\pi/4$	加算	2

A - 5次の記述は、図に示す BPSK (2PSK) 信号の復調回路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。

- (1) この復調回路は、□ A □ 検波方式を用いている。
- (2) 位相検波回路で、入力 BPSK 信号と搬送波再生回路で再生した搬送波との□ を行い、低域フィルタ、識別再生回路及びクロック再生回路によってデジタル信号を復調する。
- (3) 搬送波再生回路は、周波数2逓倍回路、帯域フィルタ及び 1/2 分周回路で構成され、入力 BPSK 信号の位相がデジタル信号に応じて [rad] 変化したとき、搬送波再生回路の帯域フィルタの出力の位相は □ C □ 。



	A	B	C
1	同期	掛け算	一定に保たれる
2	同期	掛け算	[rad] 変化する
3	同期	加算	[rad] 変化する
4	包絡線	掛け算	[rad] 変化する
5	包絡線	加算	一定に保たれる

A - 6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。

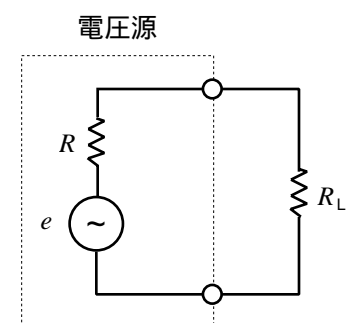
$$e = \sqrt{4kTB R} \text{ [V]} \text{ -----}$$
- (2) R 及び e は、図のような等価回路で表される電圧源とみなすことができ、この回路に負荷抵抗 R_L [] を接続したときに R_L に供給される電力 P は、次式で表される。

$$P = \frac{e^2 R_L}{(R + R_L)^2} \text{ [W]} \text{ -----}$$
- (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。

$$P_A = \frac{e^2}{4R} \text{ [W]} \text{ -----}$$

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	$(\frac{e}{R + R_L})^2 R_L$	$e^2 / (4R)$	kTB
2	$(\frac{e}{R + R_L})^2 R_L$	$e^2 / (2R)$	$2kTB$
3	$(\frac{e}{R + R_L})^2 R_L$	e^2 / R	$4kTB$
4	$(\frac{e}{R + R_L})^2$	$e^2 / (4R^2)$	kTB
5	$(\frac{e}{R + R_L})^2$	$e^2 / (2R^2)$	$2kTB$



A - 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 入力信号の周波数の変化を振幅の変化に置き換える変換器の機能を持つ。
- 2 フォスターシーリー周波数弁別器及び比 (レシオ) 検波器は、スローブ検波器に比べて入出力の直線性が良い。
- 3 比 (レシオ) 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 入力信号が同一のとき、比 (レシオ) 検波器の出力の振幅は、原理的にフォスターシーリー周波数弁別器の出力の振幅の半分である。
- 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周波数弁別器及び比 (レシオ) 検波器に用いられる変成器が必要である。

A - 8次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の映像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) 中間周波数が f_{IF} [Hz] の受信機において、局部発振器の発振周波数 f_L [Hz] が受信信号の周波数 f_d [Hz] よりも低いときの映像周波数は、 f_d より $2f_{IF}$ [Hz] だけ □ A □。
- (2) 映像周波数と同じ周波数の妨害信号が受信機に入力されたとき、周波数混合器の出力の周波数は f_{IF} と等しくなり、受信機の出力に混信として現れる。この軽減法には、中間周波数を高くして受信信号と妨害信号との周波数間隔を広げる方法や □ B □ の同調回路の選択度を良くする方法などがある。また、帯域除去フィルタを用いて特定の周波数の映像混信を軽減するときには、帯域除去フィルタを高周波増幅器の □ C □ に入れた方が軽減効果大きい。
- | | A | B | C |
|---|----|---------|-----|
| 1 | 低い | 中間周波増幅器 | 出力段 |
| 2 | 低い | 高周波増幅器 | 入力段 |
| 3 | 高い | 高周波増幅器 | 入力段 |
| 4 | 高い | 中間周波増幅器 | 入力段 |
| 5 | 高い | 中間周波増幅器 | 出力段 |

A - 9電圧変動率が 12.5 [%] の電源の定格電圧の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、負荷電流が零（無負荷）のときの電圧を V [V] とする。

- 1 3.6 [V] 2 3.8 [V] 3 4.0 [V] 4 4.4 [V] 5 5.1 [V]

A - 10 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。

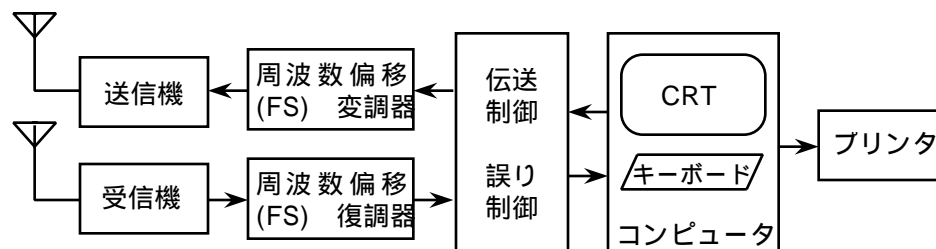
- 1 十分充電した状態から、一定電流で t 時間だけ放電を続け得るときの放電率を t 時間放電率という。
- 2 充電するときは、適切な時間率で充電し、むやみに急速充電を行わない。
- 3 充電中は水素ガスを発生するため、火気を避ける。
- 4 鉛蓄電池を収納するケース又は室内は、適切な換気を行う。
- 5 放電終止電圧までの放電の繰返しは、極板の湾曲や垂鉛及び二酸化マンガンなどの活物質の脱落の一因になる。

A - 11 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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (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。

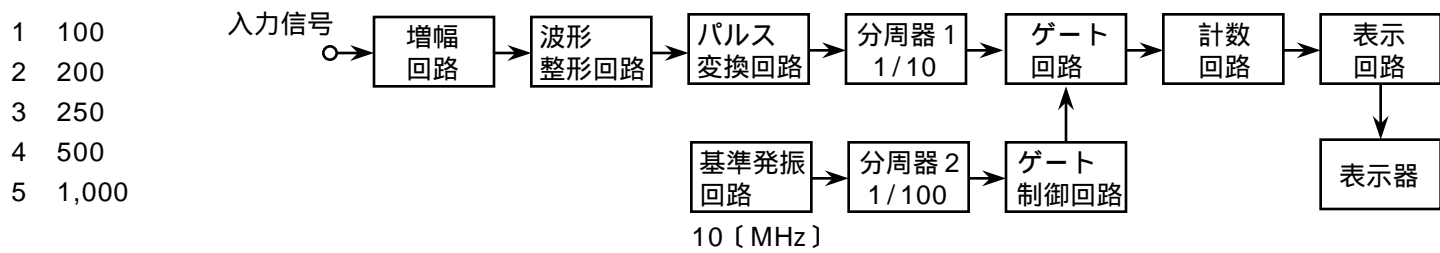
A	B	C
1 ファクシミリ	インマルサット衛星	デジタル選択呼出装置（DSC）
2 ファクシミリ	インテルサット衛星	国際ナビテックス（NAVTEX）システム
3 海上安全情報（MSI）	インテルサット衛星	国際ナビテックス（NAVTEX）システム
4 海上安全情報（MSI）	インマルサット衛星	国際ナビテックス（NAVTEX）システム
5 海上安全情報（MSI）	インテルサット衛星	デジタル選択呼出装置（DSC）

A - 12 次の記述は、図に示す狭帯域直接印刷電信装置（NBDP）の構成例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 送信機として、SSB 送信機を用いる。
- 2 送信機から発射される電波の型式は、J2B である。
- 3 自局が最初に回線を設定するとき、通信に先立って相手局に呼出し信号を送信する。
- 4 相手局が呼出し信号に同期した制御信号を送信し、これを自局が受信することによって送信及び受信の同期をとる。
- 5 誤り訂正方式として、受信側で誤りが検出されると再送信を要求する FEC 方式と、同一文字を所定の間隔で 2 度送信する ARQ 方式がある。

A - 13 図に示す計数形周波数計（カウンタ）を用いて、入力信号の周波数の測定値として、500〔MHz〕が得られた。このとき計数回路で計数されたパルス数として、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 1/100 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を検出され、パルス列に変換されるものとし、ゲート制御回路は、その入力信号の 1/2 周期の時間だけゲート回路を開くものとする。



- 1 100
- 2 200
- 3 250
- 4 500
- 5 1,000

A - 14 パルスレーダーから $(9/\) \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角度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 1度
- 2 2度
- 3 3度
- 4 4度
- 5 5度

A - 15 次の記述は、図に示す受信機の 2 信号選択度特性の測定の構成例において、インピーダンス整合をとるために用い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。

(1) 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。

$$R_s = \square A \text{ -----}$$

$$R_{in} = R_2 + (R_1 + R_s) / 2 \text{ -----}$$

(2) 式 及び を R_1 及び R_2 について解くと、次式が得られる。

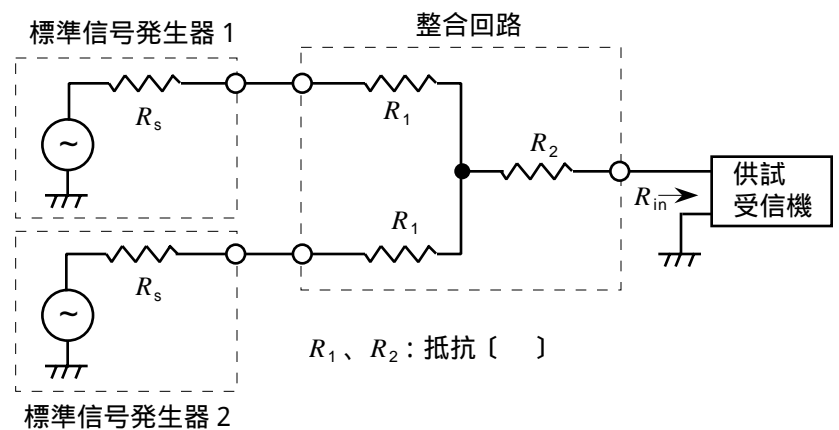
$$R_1 = \frac{R_s^2}{4R_{in} R_s} \text{ -----}$$

$$R_2 = \frac{R_{in}(4R_{in} - R_s^3)}{4R_{in} R_s} \text{ -----}$$

R_s の値が 50〔 〕、 R_{in} の値が 75〔 〕のとき、 R_1 及び R_2 は、□ B の関係がある。

- A
- 1 $R_2 + \frac{(R_1 R_s)(R_2 R_{in})}{R_1 R_s R_2 R_{in}}$
 - 2 $R_2 + \frac{(R_1 R_s)(R_2 R_{in})}{R_1 R_s R_2 R_{in}}$
 - 3 $\frac{(R_1 R_s)(R_2 R_{in})}{R_1 R_s R_2 R_{in}}$
 - 4 $R_1 + \frac{(R_1 R_s)(R_2 R_{in})}{R_1 R_s R_2 R_{in}}$
 - 5 $R_1 + \frac{(R_1 R_s)(R_2 R_{in})}{R_1 R_s R_2 R_{in}}$

- B
- 1 $R_1 < R_2$
 - 2 $R_1 > R_2$
 - 3 $R_1 > R_2$
 - 4 $R_1 < R_2$
 - 5 $R_1 > R_2$



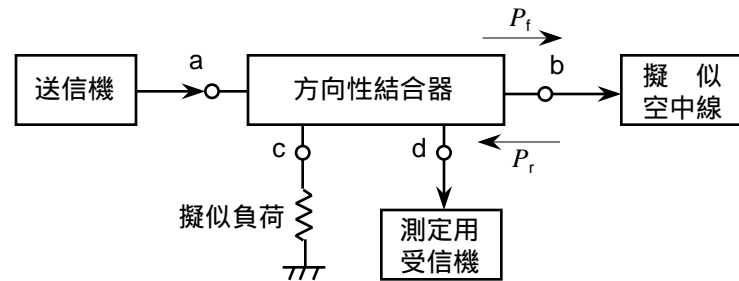
A - 16 次の記述は、図に示す構成例を用いた送信機のスプリアス発射の強度の測定法について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 方向性結合器の端子 a に入力された信号は、端子 b より出力される。端子 c には、端子 a に入力された信号の振幅に比例した電圧が生じ、また、端子 d には、方向性結合器の端子 b に入力された信号の振幅に比例した電圧が生ずる。これらの電圧を測定することにより擬似空中線の入力電力 P_f [W] 及び □ A 電力 P_r [W] を求めることができる。
- (2) 端子 d の電圧を測定したときの値を e_r [V] とし、次に擬似負荷及び測定用受信機の接続を入れ換え、端子 c の電圧を測定したときの値を e_f [V] とすると、擬似空中線で消費される電力 P は、式 で表される。ただし、 k は校正係数とし、方向性結合器の周波数特性は理想的なものとする。また、方向性結合器と擬似負荷及び測定用受信機は整合しているものとし、擬似負荷及び測定用受信機で消費される電力は無視できるものとする。

$$P = k(\square B) \beta [W] \text{ -----}$$

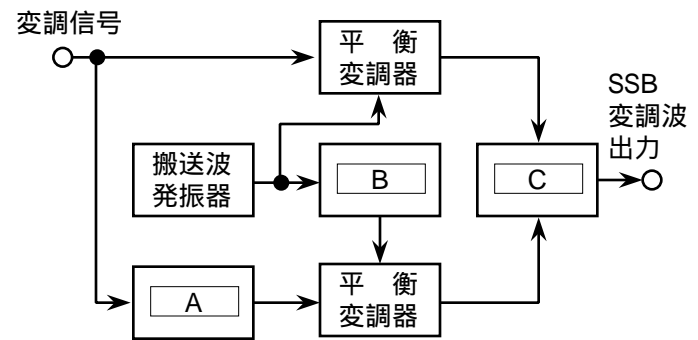
- (3) (2)の測定を基本周波数及びスプリアス周波数について行い、基本周波数の出力電力に対するスプリアス周波数の出力電力の □ C としてスプリアス発射の強度を求めることができる。

A	B	C
1 皮相	$e_f^2 - e_r^2$	和
2 皮相	$e_f^2 + e_r^2$	比
3 反射	$e_f^2 + e_r^2$	和
4 反射	$e_f^2 + e_r^2$	比
5 反射	$e_f^2 - e_r^2$	比



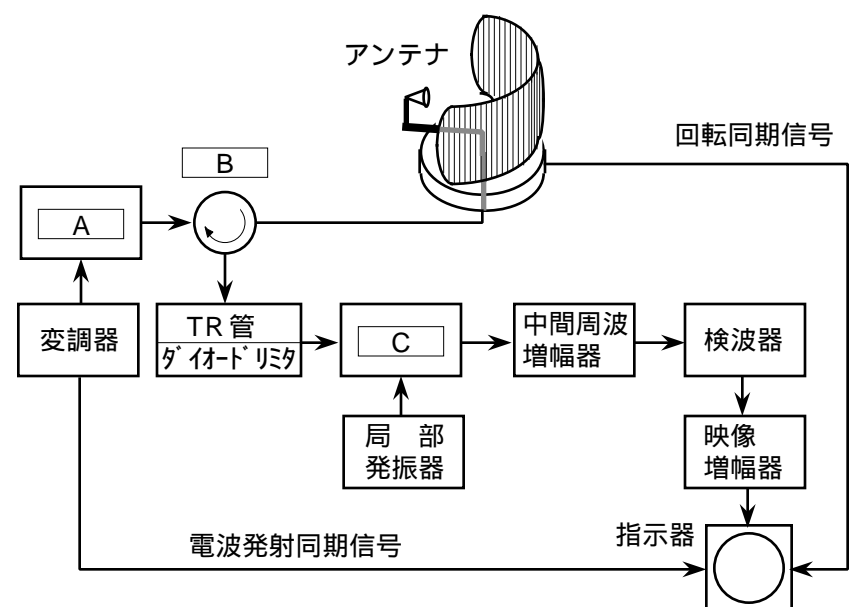
A - 17 図は、移相法による SSB (J3E) 変調器の構成例を示したものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

A	B	C
1 /4 移相器	/2 移相器	掛け算器
2 /4 移相器	/4 移相器	加算器
3 /2 移相器	/4 移相器	加算器
4 /2 移相器	/2 移相器	加算器
5 /2 移相器	/4 移相器	掛け算器



A - 18 図は、船舶用パルスレーダー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 マグネトロン	サーキュレータ	混合器
2 マグネトロン	アイソレータ	混合器
3 マグネトロン	アイソレータ	分波器
4 サイラトロン	アイソレータ	混合器
5 サイラトロン	サーキュレータ	分波器



A - 19 次の記述は、406〔MHz〕帯及び 121.5〔MHz〕を用いる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) 衛星 EPIRB は、□A のコスパス・サーサット衛星を利用した遭難救助用ブイであり、衛星 EPIRB から送信される 406〔MHz〕帯及び 121.5〔MHz〕の信号は、衛星で中継されて地上の統制管制局（LUT）に送られるほか、121.5〔MHz〕の信号は、航空機が遭難船を探索するための □B 信号として用いられる。
- (2) 406〔MHz〕帯を用いる衛星 EPIRB の信号は、約 50 秒ごとに約 0.5 秒間の□情報を時間以上繰り返し送信することができる。

	A	B	C
1	静止衛星	ローミング	48
2	静止衛星	ホームイング	96
3	極軌道周回衛星	ホームイング	48
4	極軌道周回衛星	ローミング	48
5	極軌道周回衛星	ローミング	96

A - 20 次の記述は、デジタル選択呼出し装置（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〔b/s〕、また、VHF 帯では 1,200〔b/s〕である。 | 1 100 | ある | 全て |
| (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 。 | 2 100 | ある | 特定 |
| (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 の船舶局及び海岸局に対して行われる。 | 3 100 | ない | 特定 |
| | 4 300 | ある | 全て |
| | 5 300 | ない | 特定 |

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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (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□エが生じて明りょう度が悪くなるため、□エが用いられる。
- (4) □エの調整を容易にするため、□オを用いる。

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

B - 2 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 B 型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を下の番号から選べ。

- (1) 使用周波数帯は、上り回線が □ア〔GHz〕帯、下り回線が 6〔GHz〕帯である。
- (2) 変調方式として、毎秒 24キロビットの □イ方式を用いている。
- (3) 音声符号化速度は、毎秒 □ウ キロビットであり、従来の □エ方式を用いているインマルサット A 型船舶地球局と同等の音声品質が維持されている。
- (4) インマルサット A 型無線設備と同等の性能のアンテナ □オ 本ある。

1 1.2	2 1.6	3 16	4 2	5 QPSK
6 GMSK	7 アナログ	8 デジタル	9 が必要	10 は不要

B -3 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。□内に入れ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 信号を□イに通すと、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 は、変調信号の振幅の変化によって変調波の電力が変動□エ。
- (5) 入力に対する出力の振幅の直線性が悪い増幅器で増幅したとき、ひずみを生じやすいのは、□オである。

- | | | | | |
|-------|----------|-------|----------|-------|
| 1 周期 | 2 高域フィルタ | 3 幅 | 4 低域フィルタ | 5 周波数 |
| 6 PWM | 7 振幅 | 8 PAM | 9 しない | 10 する |

B -4 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を下の番号から選べ。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (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□アを用いて表され、このうち搬送波の振幅は、零次の□ア $J_0(m_f)$ 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□イになる。
- (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□ウ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□エ。
- (3) 搬送波の振幅が□イになるときの 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、 $f_d =$ □オより求められる。

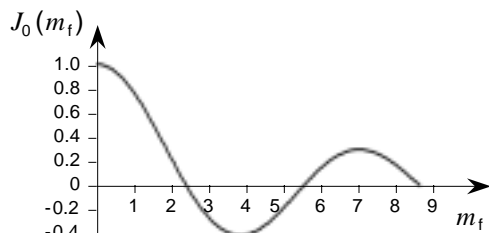


図1

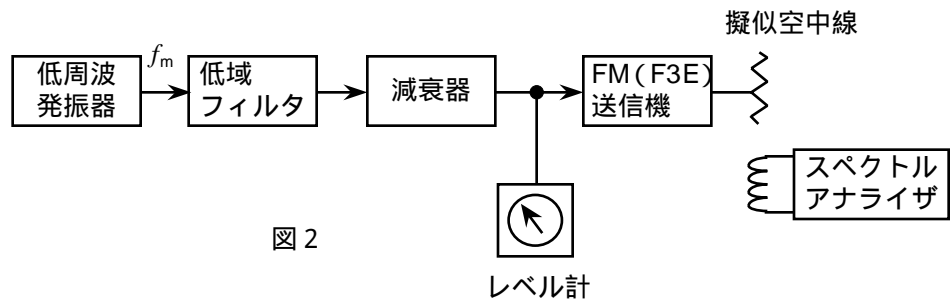


図2

- | | | | | |
|------|----------|----------|---------------|-------------|
| 1 零 | 2 周波数 | 3 フーリエ級数 | 4 f_m / m_f | 5 $m_f f_m$ |
| 6 最大 | 7 ベッセル関数 | 8 振幅 | 9 広がる | 10 狭まる |

B -5 次の記述は、サンプリングオシロスコープの動作原理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 通常のオシロスコープでは表示が困難な高い周波数の信号の波形を表示することができる。
- イ 入力信号をサンプリングするサンプリングパルスの周期は、入力信号の周期より短い。
- ウ 表示器に入力される信号の波形は、サンプリングオシロスコープの入力信号波形と相似であり、その周期は入力信号の周期より短い。
- エ 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、観測信号の周波数は、 $f_i - f_s$ 〔Hz〕である。
- オ 不規則信号を観測することができる。