

AA903

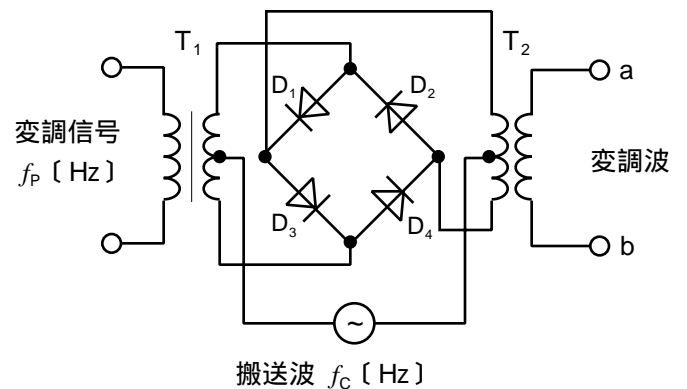
第一級総合無線通信士「無線工学A」試験問題

25問 2時間30分

A - 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。□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。

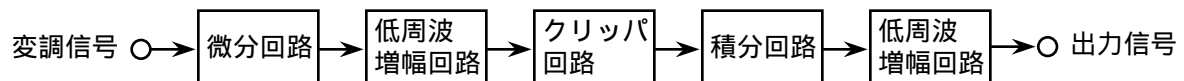
- (1) 水晶発振器の周囲温度が変化すると、回路素子であるコイル、コンデンサ、水晶発振子及びトランジスタなどの定数が変化するために発振周波数が変動する。この変動を少なくするには、水晶発振子あるいは水晶発振器全体を恒温槽に入れたり、温度係数の符号が □ A 回路素子を組み合わせて周波数の変動を打ち消す。
- (2) 水晶発振器の後段に設けた周波数倍倍器、励振増幅器及び終段電力増幅器などの負荷変動によって、水晶発振器の周波数が変動することがある。この変動を少なくするには、水晶発振器と次段を □ B にするか、水晶発振器の次段に □ C を設ける。
- |   |     |     |         |
|---|-----|-----|---------|
|   | A   | B   | C       |
| 1 | 同一の | 密結合 | 高利得の増幅器 |
| 2 | 同一の | 密結合 | 緩衝増幅器   |
| 3 | 同一の | 疎結合 | 高利得の増幅器 |
| 4 | 異なる | 疎結合 | 緩衝増幅器   |
| 5 | 異なる | 密結合 | 高利得の増幅器 |

A - 図に示すリング変調器を用いて搬送波を変調したとき、端子 ab に出力される変調波の周波数成分（搬送波の高調波成分は除く。）として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、搬送波の周波数を  $f_c$  [Hz]、変調信号の周波数を  $f_p$  [Hz] とし、ダイオード  $D_1 \sim D_4$  及び変成器  $T_1$ 、 $T_2$  は理想的に動作するものとする。



- 1  $f_c \pm f_p$
- 2  $f_c \pm 2f_p$
- 3  $f_c$  及び  $f_c \pm f_p$
- 4  $f_c$  及び  $f_c \pm 2f_p$
- 5  $f_p$  及び  $f_c$  並びに  $f_c \pm f_p$

A - 次の記述は、図に示す FM 送信機に用いられる瞬時偏移制御 (I DC) 回路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。

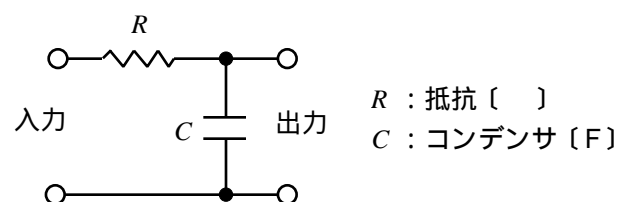


- 1 直接 FM 方式の FM 送信機に用いられる。
- 2 FM 送信機の出力の振幅を一定値以下に制限する。
- 3 微分回路の出力の振幅の大きさは、変調信号の振幅と周波数の積に反比例する。
- 4 積分回路の出力の振幅の大きさは、積分回路の入力信号の周波数に比例する。
- 5 クリッパ回路の入力信号の振幅がクリップレベル以下のとき、I DC 回路は、周波数特性が平坦な増幅器として動作する。

A - 次の記述は、図に示す前置ひずみ(補償)回路を用いて位相変調器から周波数変調波を得る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。ただし、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

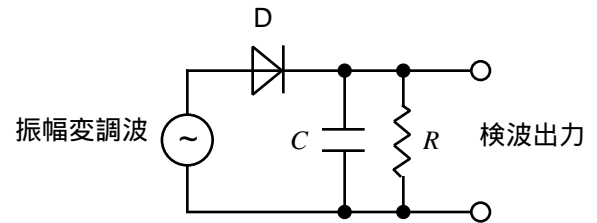
- (1) 周波数変調波の最大角周波数偏移及び位相変調波の最大位相偏移は、ともに信号波の □ A に比例する。
- (2) 周波数変調波の変調指数は信号波の角周波数  $p$  [rad/s] に □ B し位相変調波の変調指数は、 $p$  とは無関係である。また、周波数変調波の位相は、同一の信号波による位相変調波に比べ  $/2$  [rad] 遅れる。
- (3)  $pCR = 1$  のとき、前置ひずみ(補償)回路の出力は、 $p$  に □ B し入力に対して位相がほぼ  $/2$  [rad] □ C 信号波を前置ひずみ(補償)回路を通して位相変調器に加えると、その出力は、変調指数が  $p$  に □ B、位相が前置ひずみ(補償)回路を通さないときに比べ  $/2$  [rad] 遅れる。したがって、周波数変調波を得ることができる。

- |   |      |     |     |
|---|------|-----|-----|
|   | A    | B   | C   |
| 1 | 振幅   | 比例  | 進む  |
| 2 | 振幅   | 比例  | 遅れる |
| 3 | 振幅   | 反比例 | 遅れる |
| 4 | 角周波数 | 反比例 | 進む  |
| 5 | 角周波数 | 比例  | 遅れる |



- A - 5 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  $R$  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  $Z$  [ ] 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、 $2 \times 10^3$  [rad/s] とし、 $R$  及び  $C$  の値は、それぞれ  $5 \times 10^3$  [ ] 及び  $(0.1/ ) \times 10^{-6}$  [F] とする。

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



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

- A - 6 FM (F3E) 受信機において、入力の搬送波の実効値が 限界受信レベル (スレッシュホールドレベル) に等しいときの入力換算雑音電圧の実効値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、スレッシュホールドレベルは  $1.4$  [ $\mu\text{V}$ ] とする。また、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 0.28 [ $\mu\text{V}$ ]      2 0.5 [ $\mu\text{V}$ ]      3 0.7 [ $\mu\text{V}$ ]      4 2.0 [ $\mu\text{V}$ ]      5 2.8 [ $\mu\text{V}$ ]

- A - 雑音指数が 2 (真数) の増幅器に信号対雑音比  $S/N$  が 20 (真数) の信号を入力したときの出力の  $S/N$  の値 (真数) として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 5      2 10      3 18      4 22      5 40

- A - 8 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、BSK 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簡単になるが、入力信号に雑音などがあるとき、復調出力に符号誤りが生じやすい。

A	B	C
1 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	同期検波
2 パイロット信号	搬送波の 1 周期	遅延検波
3 搬送波	搬送波の 1 周期	同期検波
4 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
5 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

- A - 9 次の記述は、一般的なスーパーヘテロダイン受信機の感度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 雑音制限感度は、規定の信号対雑音比 ( $S/N$ ) で規定の出力を得るために必要な最大の受信機入力電圧をいう。  
 2 雑音制限感度は、総合利得及び初段 (高周波増幅器) の利得が十分に小さいとき、初段の雑音指数でほぼ決まる。  
 3 雑音制限感度は、受信機の周波数帯域幅を広げると良くなる。  
 4 利得制限感度は、受信機の利得を最小にして規定の出力を得るために必要な最小の受信機入力電圧をいう。  
 5 雑音抑圧感度は、FM (F3E) 受信機において、入力の無いときの雑音出力を所定のレベルだけ抑圧するのに必要な受信機入力電圧をいう。

A - 10 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 200 [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 1.2 度    2 1.8 度    3 2.4 度    4 3.0 度    5 3.6 度

A - 11 次の記述は、図に示す整流回路の整流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、変圧器 T の二次側の交流電圧の振幅を [V]、角周波数を [rad/s] とし、各ダイオード D に加えられる交流電圧の振幅は、図 1 及び図 2 と同じものとする。

- (1) 整流効率 [%] は、整流回路に供給される交流電力が  $P_1$  [W]、負荷抵抗  $R_L$  [ ] に供給される電力が  $P_2$  [W] のとき、次式で定義される。ただし、 $P_1$  及び  $P_2$  は、いずれも交流入力の一周期当たりの電力とする。  

$$= ( \square A ) \times 100 \%$$
- (2) 図 2 に示す単相全波整流回路において、 $P_2$  の大きさは、交流入力の一周期当たりの負荷抵抗  $R_L$  [ ] に流れる平均電流及び  $R_L$  にかかる平均電圧により決まるので、図 1 に示す単相半波整流回路に比べ、□ B になる。また、 $P_1$  の大きさは □ C になるため、図 2 の整流効率は図 1 の整流効率の 2 倍になる。

A	B	C
1 $P_1/P_2$	2 倍	同一
2 $P_1/P_2$	4 倍	2 倍
3 $(P_1 - P_2)/P_1$	2 倍	同一
4 $P_2/P_1$	4 倍	2 倍
5 $P_2/P_1$	2 倍	同一

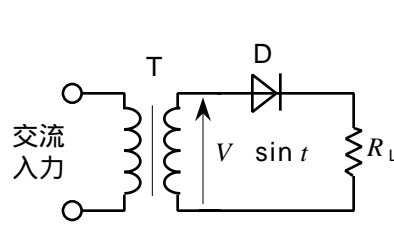


図 1 単相半波整流回路

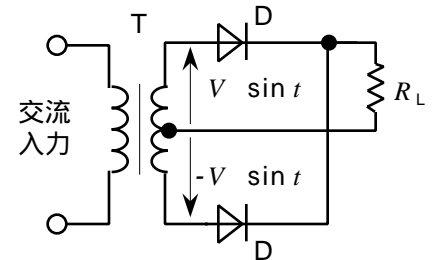


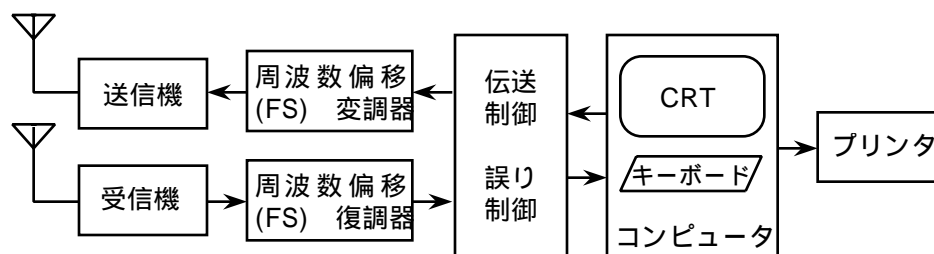
図 2 単相全波整流回路

A - 12 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。□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) 電源スイッチを投入すると、捜索側のレーダーから送信された 9 [GHz] 帯の電波を受信したとき、応答信号を □ A 周波数帯の電波で送り返す。
- (2) 捜索側では、SART から送信された電波を受信すると、レーダーの表示器上に □ B 個の輝点列が表示される。SART の位置は、この輝点列のうちレーダーの表示器の中心から最も □ C 輝点で示される。

A	B	C
1 同じ	8	遠い
2 同じ	12	遠い
3 同じ	12	近い
4 異なる	12	遠い
5 異なる	8	近い

A - 13 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。



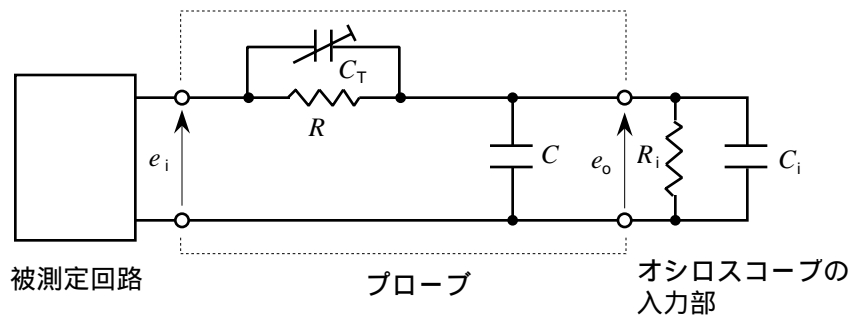
- 1 送信機として、SSB (J3E) 送信機を用いる。
- 2 通信に先立って、自局と相手局が互いに信号の送受信を行い、同期をとって回線を設定する。
- 3 誤り訂正方式の一つである FEC 方式は、同一文字を所定の間隔で 2 度送信する方式である。
- 4 誤り訂正方式の一つである ARQ 方式は、受信側で誤りが検出されると再送信を要求する方式である。
- 5 複数の受信局に同時送信する場合、誤り訂正方式としては ARQ 方式が適している。

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、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。また、オシロスコープの入力部は抵抗  $R_i$  [Ω] 及びコンデンサ  $C_i$  [F] で構成され、プローブは、抵抗  $R$  [Ω]、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。

- (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き □ 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 [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。□ A □ が生じないためには、 $e_o/e_i$  の値が と無関係になればよいので、□ B □ になるように  $C_T$  を調整する。

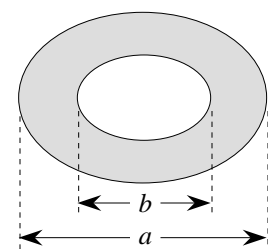
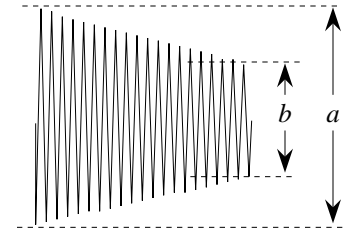
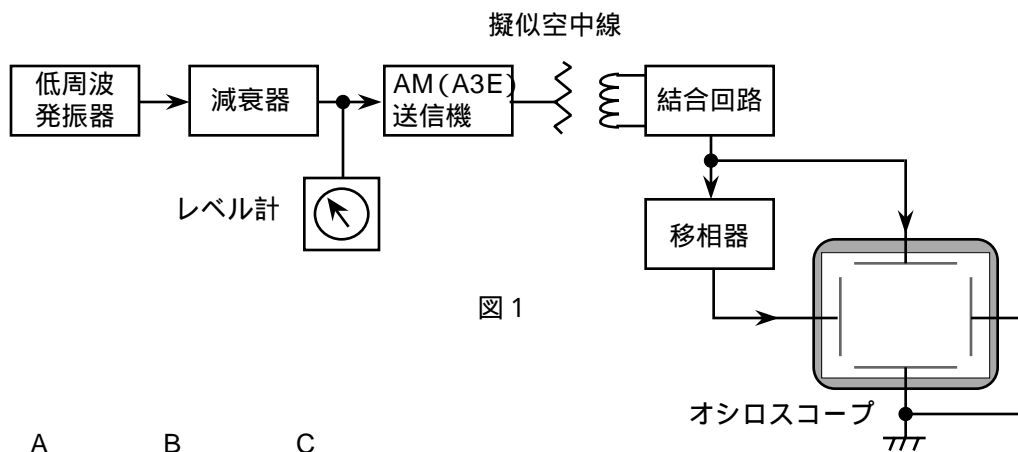
$$\frac{e_o}{e_i} = \frac{R_i}{R \frac{1+j(C+C_i)R\omega}{1+jC_T R} + R_i}$$

A	B
1 1/f 雑音	$(C+C_i)R_i = C_T R$
2 1/f 雑音	$(C+C_i)R_i > C_T R$
3 フリッカ雑音	$(C+C_i)R_i = C_T R$
4 波形ひずみ	$(C+C_i)R_i > C_T R$
5 波形ひずみ	$(C+C_i)R_i = C_T R$



A - 15 次の記述は、AM (A3E) 送信機の変調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。ただし、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図1の構成例において、規定の変調入力レベルとなるように減衰器を調整し、送信機より振幅変調波を出力する。次に、結合回路に誘起した信号をオシロスコープの垂直軸及び移相器に入力し、移相器に入力した信号の位相を □ A □ [rad] 変えてオシロスコープの水平軸に入力すると、□ B □ の図形が表示される。
- (2) □ B □ の図形において、 $a$  の長さが 65 [mm]、 $b$  の長さが 35 [mm] のとき、変調度は □ C □ [%] である。

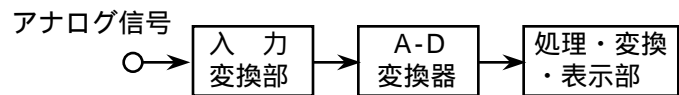


	A	B	C
1	/2	図2	30
2	/2	図3	30
3	/2	図2	54
4		図3	54
5		図2	30

A - 16 次の記述は、図に示すデジタルマルチメータ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) 入力変換部は、入力のアナログ信号を □ A □ に変換し、A-D変換器に出力する。
- (2) A-D変換器における入力量と基準量との比較方式には、間接比較及び直接比較方式がある。間接方式は、入力量を積分してその波形の □ B □ を利用する方式であり、低速であるが高精度の変換が可能である。また、直接方式は、入力量と基準量とをコンパレータで直接比較する方式であり、高速の変換が可能である。
- (3) デジタルマルチメータには、主として □ C □ 方式が用いられている。

	A	B	C
1	交流電圧	傾斜	間接比較
2	交流電圧	せん頭値	直接比較
3	直流電圧	せん頭値	直接比較
4	直流電圧	せん頭値	間接比較
5	直流電圧	傾斜	間接比較

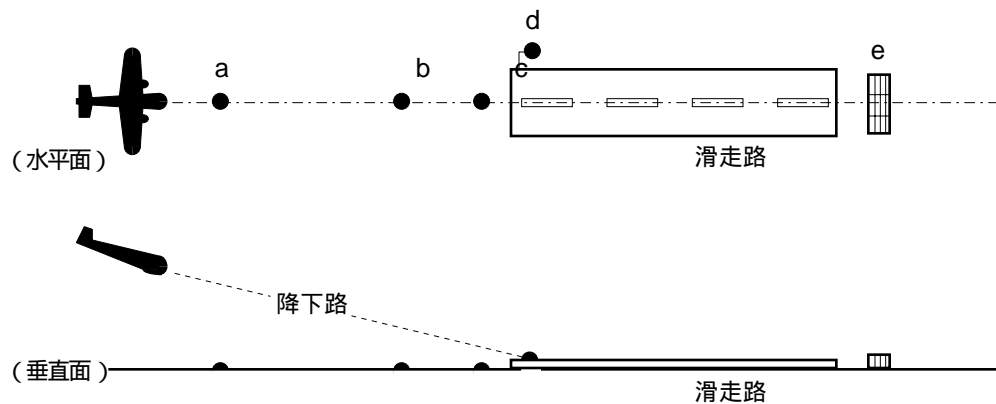


A - 17 次の記述は、我が国のFMステレオ放送について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 最大周波数偏移は、モノラル放送 □ A □。
- (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。
- (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。

	A	B	C
1	と同じである	交互	周波数変調
2	と同じである	同時	搬送波抑圧振幅変調
3	よりも大きい	交互	周波数変調
4	よりも大きい	同時	周波数変調
5	よりも大きい	交互	搬送波抑圧振幅変調

A - 18 次の記述は、計器着陸装置(ILS)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 ローカライザは、図の e の位置に設置される。
- 2 ローカライザは、滑走路に進入及び着陸する航空機に対して、滑走路の中心線の延長上からの上下のずれの情報を与える施設である。
- 3 グライドパスは、図の c の位置に設置される。
- 4 グライドパスは、滑走路に進入及び着陸する航空機に対して、設定された進入角からの左右のずれの情報を与える施設である。
- 5 マーカビーコンは、滑走路に進入及び着陸する航空機がその上空を通過するとき、着陸地点までの方位の情報を与える施設である。

A - 19 次の記述は、パルス符号変調(PCM)方式における量子化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) 量子化とは、アナログ信号の振幅を表す電圧を所定の幅(量子化ステップ)ごとの領域に区切り、各領域をそれぞれ □ A □ の代表値で表し、□ B □ によって一定周期ごとに取り出したアナログ信号の振幅を、その代表値で近似することをいう。
- (2) 量子化誤差を小さくするには、量子化ステップの幅を狭くすればよいが、8ビットの2進符号で符号化するには、最大ステップ数は □ C □ である。

	A	B	C
1	複数個	標本化	128
2	複数個	符号化	256
3	1個	符号化	128
4	1個	標本化	256
5	1個	符号化	256

A - 20 次の記述は、衛星通信に用いられる FDMA 方式及び TDMA 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。

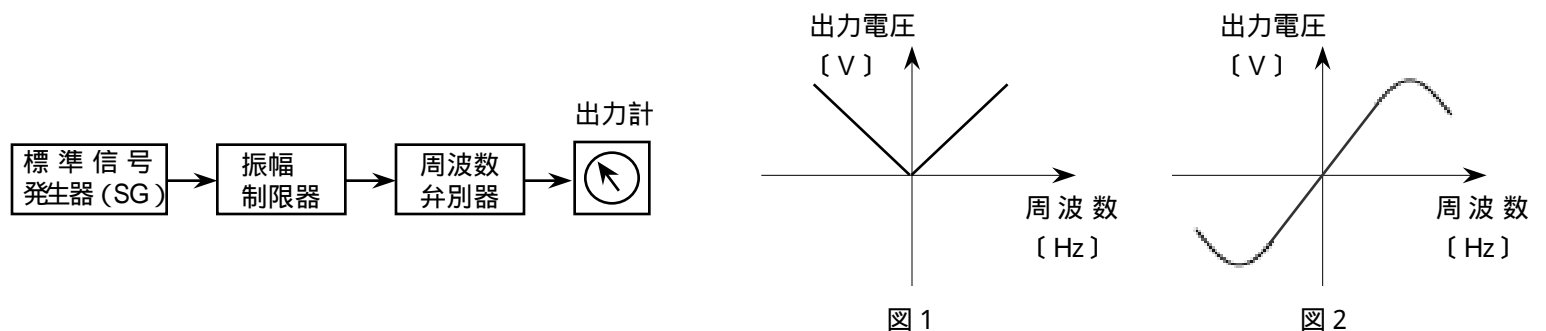
- |  |        |      |      |
|--|--------|------|------|
| (1) 一つの搬送波によって伝送される信号が1チャンネルの場合の SCPC方式と、複数の場合の MCPC 方式とがあるのは、□A方式である。 | A      | B    | C    |
| (2) 中継器の電力増幅器の動作点を線形領域にして相互変調波などによる干渉を避けるようにしているのは、□B方式である。            | 1 FDMA | TDMA | FDMA |
| (3) 隣接する通信路間の衝突が生じないようにガードタイムを設けるのは、□C方式である。                           | 2 FDMA | FDMA | TDMA |
|  | 3 TDMA | FDMA | TDMA |
|  | 4 TDMA | FDMA | FDMA |
|  | 5 TDMA | TDMA | FDMA |

B - 1 次の記述は、パルス変調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。ただし、変調信号は、アナログの音声信号とする。

- ア パルス幅変調 (PWM) は、パルスの振幅及び周期が一定で、パルスの幅が変調信号の周波数に応じて変化する。  
 イ パルス位相 (位置) 変調 (PPM) は、パルスの振幅及び幅が一定で、パルスの位相が変調信号の位相に応じて変化する。  
 ウ パルス振幅変調 (PAM) は、パルスの幅及び周期が一定で、パルスの振幅が変調信号の振幅に応じて変化する。  
 エ パルス数 (密度) 変調 (PNM) は、パルスの振幅、幅及び周期が一定で、単位時間内のパルスの数が変調信号の振幅に応じて変化する。  
 オ パルス符号変調 (PCM) は、パルスの振幅及び幅が一定で、複数のパルスを組み合わせて表される符号が変調信号の正負の極性を表す。

B - 2 次の記述は、FM (F3E) 受信機に用いる周波数弁別器の周波数特性を測定する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、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図に示す構成例において、標準信号発生器 (SG) は□ア、SG の出力の周波数を□イに合わせ、その振幅を振幅制限器の出力が飽和□ウレベルにする。  
 (2) SG の周波数を、□イの上下に中間周波帯域幅の□エ程度までの範囲を所定の間隔で変化させ、各々の周波数に対する周波数弁別器の出力電圧を出力計で測定する。  
 (3) □イを基準にして周波数弁別器の出力電圧の周波数特性を描くと、□オに示すようなグラフになる。



- |         |         |      |       |         |
|---------|---------|------|-------|---------|
| 1 変調をかけ | 2 無変調とし | 3 する | 4 しない | 5 2 倍   |
| 6 音声周波数 | 7 中間周波数 | 8 図1 | 9 図2  | 10 10 倍 |

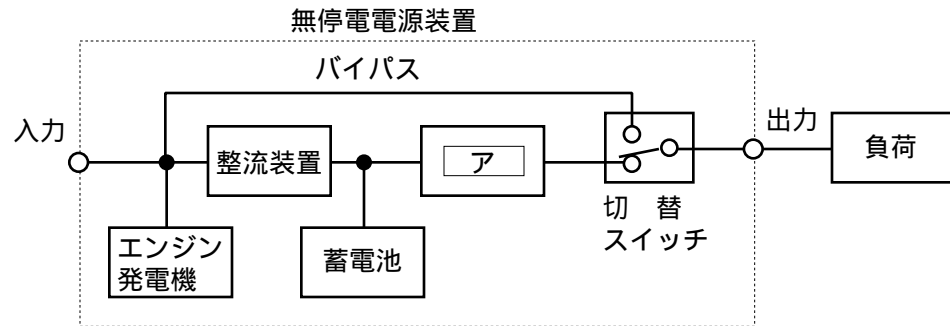
B - 3 次の記述は、インマルサット船舶地球局のインマルサット B 型無線設備について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 使用周波数帯は、上り回線が□ア [GHz] 帯、下り回線が □b [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 16 | 3 アナログ | 4 は不要 | 5 QPSK  |
| 6 1.6 | 7 32 | 8 デジタル | 9 が必要 | 10 GMSK |

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

B 5 次の記述は、AM (A3E) 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。

- (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) 図1に示す構成例において、受信機を最良の状態に調整し、自動利得調整 (AGC) 回路を □イ とする。標準信号発生器 (SG) は、規定の出力レベル、変調周波数及び変調度とし、擬似空中線を通して受信機に加える。
- (3) 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増加してその都度 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、図2に示す選択度曲線を得る。選択度曲線の最大の点から一定値 [dB] だけ低いレベルの二つの周波数  $f_1$  及び  $f_2$  の間隔  $f_2 - f_1$  [Hz] を □ウ といい、この値は、通常 □エ が標準であるが、高級受信機では 2 [dB] 程度を用いることが多い。
- (4)  $f_2$  [Hz] における出力レベルより  $D$  [dB] 低いレベルとなる周波数  $f_3$  [Hz] と  $f_2$  との差  $f$  [Hz] で  $D$  を割った値を □オ という。

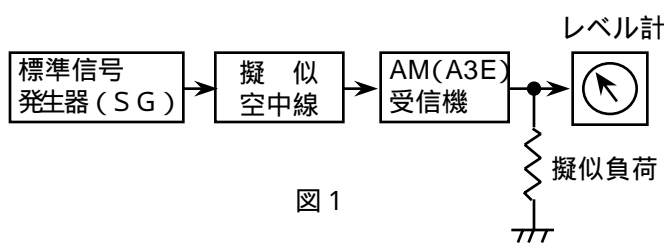


図1

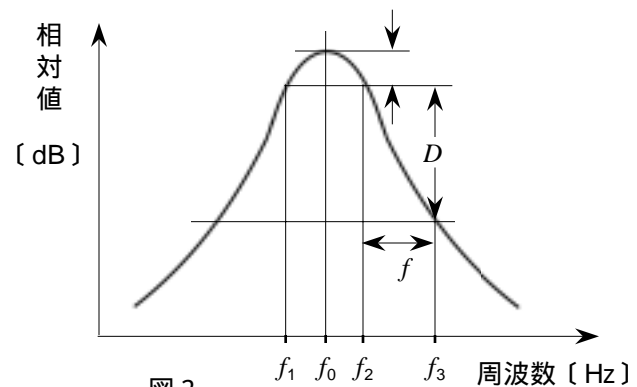


図2

- |          |           |           |         |          |
|----------|-----------|-----------|---------|----------|
| 1 接 (ON) | 2 断 (OFF) | 3 6 [dB]  | 減衰係数    | 5 減衰傾度   |
| 6 高周波増幅器 | 7 中間周波増幅器 | 8 12 [dB] | 9 等価帯域幅 | 10 通過帯域幅 |