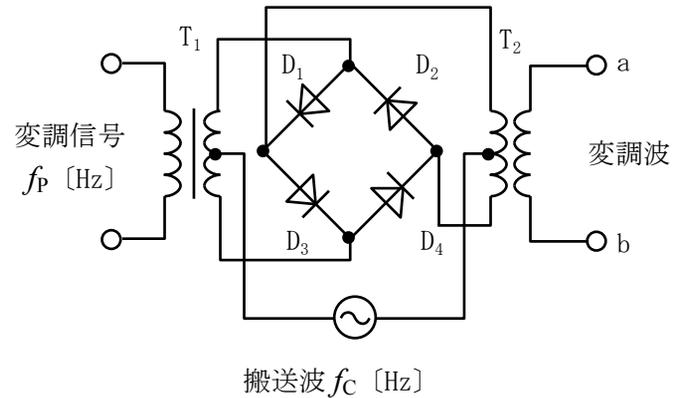


第一級総合無線通信士「無線工学 A」試験問題

25 問 2 時間 30 分

A-1 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 a-b に出力される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。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、リング変調器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-2 次の記述は、振幅変調(A3E)波の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。ただし、変調信号は単一正弦波とし、変調度を $m \times 100$ [%]、搬送波の平均電力を 1 [W] とする。

- (1) 一つの側帯波の平均電力は、□ A □ [W] である。
- (2) $m = 0.8$ のとき、振幅変調波の全平均電力は、□ B □ [W] である。
- (3) $m = 1$ のとき、振幅変調波の全平均電力は、□ C □ [W] である。

	A	B	C
1	$m^2/4$	1.32	1.50
2	$m^2/4$	1.32	1.70
3	$m^2/4$	1.16	1.32
4	$m^2/2$	1.16	1.50
5	$m^2/2$	1.16	1.70

A-3 次の記述は、無線送信機の寄生発射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 □ 。

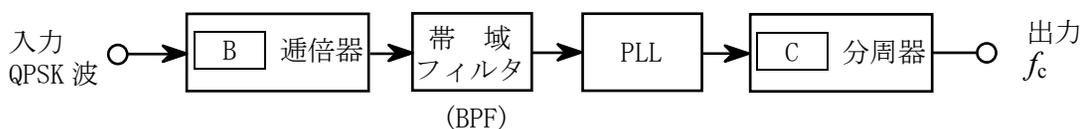
	A	B
1	発振回路	と関係がない
2	発振回路	と同じである
3	発振回路	の整数倍又は整数分の一である
4	遅延回路	の整数倍又は整数分の一である
5	遅延回路	と同じである

A-4 FM(F3E)送信機において、変調信号の周波数が 3 [kHz]、最大周波数偏差が 5 [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 3 [kHz] 2 8 [kHz] 3 10 [kHz] 4 16 [kHz] 5 24 [kHz]

A-5 次の記述は、QPSK(4PSK)波を同期検波するときに必要となる基準搬送波再生回路のうち、図に示す構成例による回路について、その原理的な動作を述べたものである。□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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

図の基準搬送波再生回路は、入力の QPSK 波の位相が □ A □ [rad] ($n = 0, 1, 2, 3$) 変化しても、□ B □ 逡倍することにより、基準搬送波となる同相の出力 f_c を得ることができる。

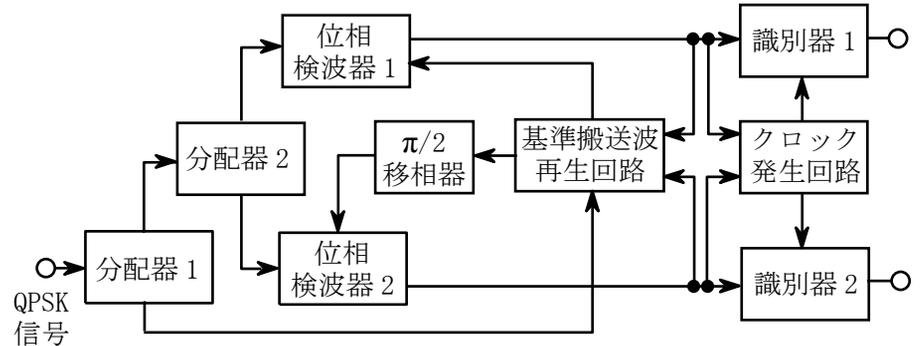


	A	B	C
1	$n\pi/2$	2	1/4
2	$n\pi/2$	4	1/4
3	$n\pi/2$	4	1/2
4	$n\pi/4$	4	1/2
5	$n\pi/4$	8	1/4

A-6 次の記述は、図に示すデジタル通信に用いられるQPSK(4PSK)復調器の原理的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) 位相検波器 1 及び 2 は、「QPSK信号」と「基準搬送波」及び「QPSK信号」と「基準搬送波と位相が $\pi/2$ 異なる信号」をそれぞれ □ A □ し、両者の □ B □ を出力させるものである。
- (2) クロック発生回路は、位相検波器 1 及び 2 から出力された信号の □ C □ に同期したクロック信号を出力し、識別器が正確なタイミングで識別できるようにするものである。

A	B	C
1 足し算	位相差	パルス繰り返し周期
2 足し算	振幅差	振幅レベル
3 掛け算	位相差	パルス繰り返し周期
4 掛け算	振幅差	パルス繰り返し周期
5 掛け算	振幅差	振幅レベル



A-7 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) 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 □ A □ 周波数と等しくなり、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 □ 増幅器の同調回路の選択度を良くする方法などがある。
- (2) 中間周波数が f_F [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 [Hz] より $2f_F$ [Hz] だけ □ C □ 。

A	B	C
1 局部発振	高周波	高い
2 局部発振	中間周波	高い
3 局部発振	高周波	低い
4 中間	中間周波	低い
5 中間	高周波	低い

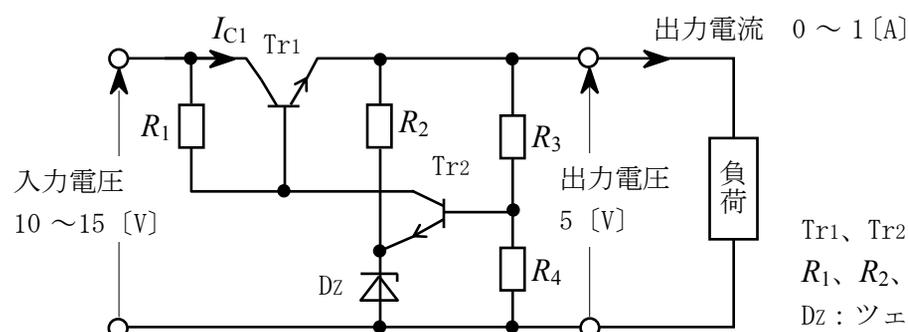
A-8 次の記述は、スーパーヘテロダイン方式 FM(F3E)受信機の感度抑圧効果について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 受信希望周波数の □ A □ の周波数で大きな妨害信号が加わったとき、受信希望周波数に対する感度が低下する現象をいう。
- (2) 大きな妨害信号によって高周波増幅器及び第一中間周波増幅器が飽和状態になり、□ B □ するために生ずる。
- (3) 感度抑圧効果の影響を軽減するには、高周波増幅器の利得を所要の信号対雑音比(S/N)が得られる範囲で □ C □ し、また、第一中間周波増幅器の選択度特性を向上させる。

A	B	C
1 近傍	帯域幅が減少	高く
2 近傍	利得が低下	低く
3 近傍	帯域幅が減少	低く
4 整数倍	利得が低下	低く
5 整数倍	帯域幅が減少	高く

A-9 図に示す原理的な直列制御形定電圧回路において、制御用トランジスタ Tr_1 に必要な最大コレクタ損失の値として、最も小さいものを下の番号から選べ。ただし、出力電圧は、5 [V] とし、入力電圧、出力電流の動作範囲は、それぞれ、10 ~ 15 [V]、0 ~ 1 [A] とする。また、出力電流は、 Tr_1 のコレクタ電流 I_{C1} と近似的に等しいものとする。

- 1 2 [W]
- 2 10 [W]
- 3 15 [W]
- 4 20 [W]
- 5 25 [W]



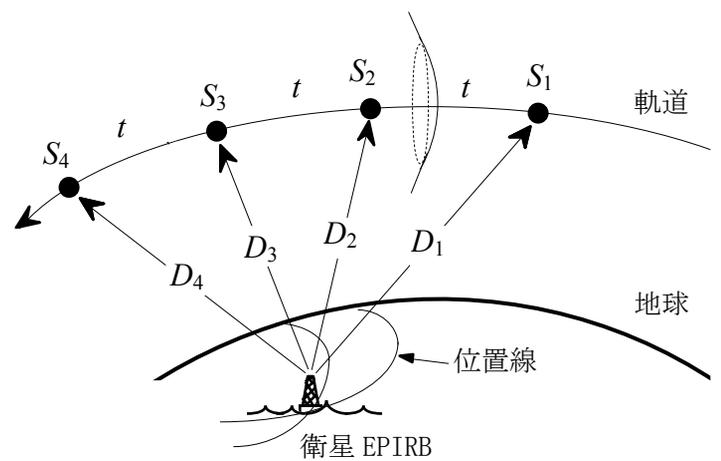
Tr_1 、 Tr_2 : トランジスタ
 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 : 抵抗 [Ω]
 Dz : ツェナーダイオード

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。ただし、完全充電した状態から、一定電流で放電し、 t 時間で放電終止電圧になるとき、これを t 時間率放電とする。

- 1 放電特性では、 t 時間率の t の値が小さいほど放電電流は大きくなるが、放電容量は、 t 時間率の t の値が小さいほど低下する。
- 2 深放電した蓄電池を定電圧充電すると、初期に大電流が流れるので充電電流を制限した定電圧充電(定電流・定電圧充電)とすることがある。
- 3 理論的には、放電電流が大きくなるほど、端子電圧は高くなる。
- 4 充電中は水素ガスを発生するため、火気を避ける。
- 5 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。

A-11 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)の位置測定の原理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 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、ドプラ効果によって受信信号の周波数が変化する。
- 2 極軌道を周回するコスパス・サーサット衛星は、衛星 EPIRB に対し、真上を通過するときのみ相対速度を持つ。
- 3 ドプラ効果は、受信電波の単位時間当たりの波の数が相対速度の大きさに応じて増減する現象である。
- 4 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 の間の波の数を計測すると、 S_1 及び S_2 から衛星 EPIRB までの距離差 $D_1 - D_2$ が求められる。
- 5 S_1 及び S_2 から衛星 EPIRB までの距離差 $D_1 - D_2$ が一定な点の集合は、 S_1 及び S_2 を焦点とする双曲面になり、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。



A-12 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。

- (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 □ A □ する。
- (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 □ B □ し、クリップ回路などにより所定のレベル □ C □ の成分を除去する。

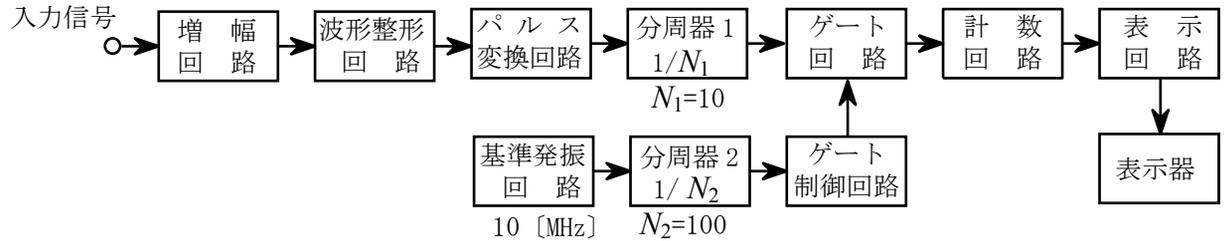
	A	B	C
1	良く	積分	以上
2	良く	微分	以下
3	悪く	微分	以上
4	悪く	積分	以下
5	悪く	微分	以下

A-13 次の記述は、搜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搜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 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] 帯で応答する。
- 3 SART は、搜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。
- 4 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。
- 5 SART の電波が受信されたとき、搜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。

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、入力信号の周波数の測定値として2,000 [MHz] が得られた。このとき計数回路で計数されたパルスの数として、もっとも近いものを下の番号から選べ。ただし、分周器1の分周比について N_1 の値を10、分周器2の分周比について N_2 の値を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周期の間だけゲート回路を開くものとする。

- 1 1,000
- 2 1,500
- 3 2,000
- 4 2,500
- 5 3,000



A-15 次の記述は、オシロスコープの立ち上がり時間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、 $\log_e(1/0.9)=0.1$ 及び $\log_e(1/0.1)=2.3$ とする。また、 e は自然対数の底とする。

(1) オシロスコープの垂直増幅器の高域の減衰特性が6 [dB/oct] のとき、この特性の等価回路は図1に示す一次の □ A □ で近似でき、そのステップ応答波形は、図2で表される。ただし、 v/V は、ステップ入力の振幅が V [V]、出力の振幅が v [V] のときの振幅比であり、次式で表される。

$$v/V = \{1 - e^{-t/(CR)}\} \text{ ----- ①}$$

(2) 立ち上がり時間 T_r [s] は、 v/V がその最終値1.0の10 [%] から90 [%] になるまでの時間で定義されるので、まず、0 [%] から10 [%] になる時間 t' を求めると、次のようになる。

$$0.1 = 1 - e^{-t'/(CR)}$$

$$t' \cong 0.1 CR \text{ [s] ----- ②}$$

同様に0 [%] から90 [%] になる時間 t'' は次のようになる。

$$t'' \cong \text{□ B □} \text{ [s] ----- ③}$$

垂直増幅器の高域しや断周波数 f_c は、□ C □ [Hz] に等しく、これと式②及び式③より立ち上がり時間 T_r を求めると、 T_r は f_c と近似的に次式の関係がある。

$$T_r = t'' - t' \cong 0.35 / f_c \text{ [s]}$$

A	B	C
1 低域フィルタ (LPF)	0.23 CR	$2\pi CR$
2 低域フィルタ (LPF)	2.3 CR	$2\pi CR$
3 低域フィルタ (LPF)	2.3 CR	$1/(2\pi CR)$
4 高域フィルタ (HPF)	0.23 CR	$1/(2\pi CR)$
5 高域フィルタ (HPF)	2.3 CR	$2\pi CR$

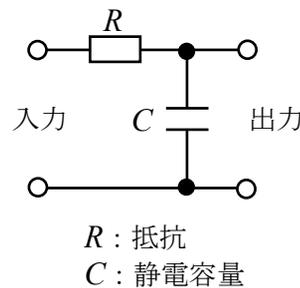


図1

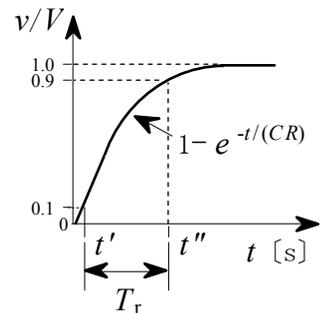


図2

A-16 アナログ信号を標本化周波数24 [kHz] で標本化し、各標本毎に16ビットで量子化して誤り訂正符号を2ビット付加して伝送する。このときのビットレートの値として、正しいものを下の番号から選べ。

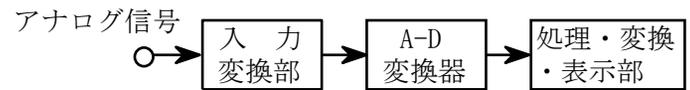
- 1 384 [kbps]
- 2 408 [kbps]
- 3 432 [kbps]
- 4 768 [kbps]
- 5 864 [kbps]

A-17 次の記述は、我が国の地上系デジタルテレビジョン放送に用いられる標準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) 映像信号の情報量を減らすための圧縮方式には、□ A □ が用いられる。
 (2) 圧縮された画像情報の伝送には、□ B □ 方式が用いられる。この方式は、送信データを多数の搬送波に分散して送ることにより、単一キャリアのみを用いて送る方式に比べ伝送シンボルの継続時間が □ C □ なり、マルチパスの影響を軽減できる。

A	B	C
1 JPEG2	残留側波帯 (VSB)	長く
2 JPEG2	直交周波数分割多重 (OFDM)	短く
3 MPEG2	残留側波帯 (VSB)	短く
4 MPEG2	直交周波数分割多重 (OFDM)	長く
5 MPEG2	直交周波数分割多重 (OFDM)	短く

A-18 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。間接比較方式は、入力量を □ B □ してその波形の傾斜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、直接比較方式は、入力量と基準量とを □ C □ で直接比較する方式であり、高速の変換が可能である。

	A	B	C
1	直流電圧	積分	コンパレータ
2	直流電圧	微分	ミキサ
3	直流電圧	微分	コンパレータ
4	交流電圧	微分	コンパレータ
5	交流電圧	積分	ミキサ

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) 一般に量子化とは、□ A □ によってアナログ信号波形から一定周期ごとに取り出した振幅値を代表値に置き換えることである。
- (2) (1)の代表値は、アナログ信号波形の電圧値が取り得る連続な領域を所定の幅(量子化ステップ)ごとに区切り、各領域をそれぞれ □ B □ の値で表す。
- (3) 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。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	標本化	複数個	128
2	符号化	複数個	256
3	符号化	1個	256
4	標本化	1個	256
5	符号化	1個	128

A-20 次の記述は、衛星通信回線の総合の搬送波電力対雑音電力比(C/N)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) 衛星通信回線における雑音が、アップリンク熱雑音電力 N_1 [W]、ダウンリンク熱雑音電力 N_2 [W]、システム間干渉雑音電力 N_3 [W]、システム内干渉雑音電力 N_4 [W] の4種類としたとき、総合の搬送波電力対雑音電力比 C/N の値(真数)は、搬送波電力 C [W] と各雑音電力を用いて次式で表される。

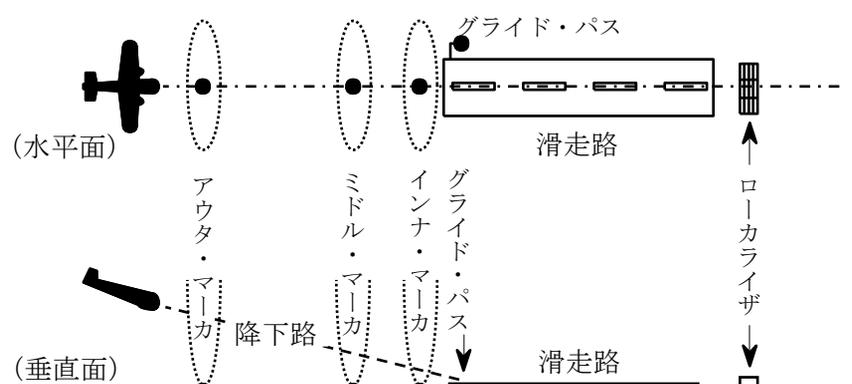
$$\frac{C}{N} = \square A \square$$

- (2) 搬送波電力と各雑音との電力比 C/N_1 、 C/N_2 、 C/N_3 及び C/N_4 の値(真数)がそれぞれ100のとき、 C/N の値(真数)は、□ B □ である。

	A	B
1	$\frac{1}{\frac{N_1}{C} + \frac{N_2}{C} + \frac{N_3}{C} + \frac{N_4}{C}}$	20
2	$\frac{1}{\frac{N_1}{C} + \frac{N_2}{C} + \frac{N_3}{C} + \frac{N_4}{C}}$	25
3	$\frac{1}{\frac{N_1}{C} + \frac{N_2}{C} + \frac{N_3}{C} + \frac{N_4}{C}}$	14
4	$\frac{1}{\frac{C}{N_1} + \frac{C}{N_2} + \frac{C}{N_3} + \frac{C}{N_4}}$	25
5	$\frac{1}{\frac{C}{N_1} + \frac{C}{N_2} + \frac{C}{N_3} + \frac{C}{N_4}}$	20

B-1 図に示す ILS(計器着陸装置)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 ローカライザは、滑走路末端から所定の位置に設置され、航空機に対して、設定された進入角からの垂直方向のずれの情報を与えるためのものである。
- イ ローカライザは、VHF帯の電波を用いている。
- ウ グライド・パスは、滑走路の側方の所定の位置に設置され、航空機に対して、滑走路の中心線の延長上からの水平方向のずれの情報を与えるためのものである。
- エ グライド・パスは、UHF帯の電波を用いている。
- オ マーカ・ビーコンは、滑走路進入端から所定の位置に設置され、その上空を通過する航空機に対して、滑走路進入端からの距離の情報を与えるためのものであり、VHF帯の電波を用いている。



B-2 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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 一般に、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、通常、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で抑圧されたJ3E波の搬送波の周波数との関係が正しく保たれないと、□ウが悪くなるため、□エが用いられる。
- (4) □エの調整を容易にするため、□オを用いる方法がある。

- | | | | | |
|-------|----------|---------------|------------|-----------|
| 1 1/2 | 2 検波器 | 3 明りょう度 | 4 自動利得調整回路 | 5 中間周波増幅器 |
| 6 1/4 | 7 低周波増幅器 | 8 スプリアス・レスポンス | 9 クラリファイア | 10 トーン発振器 |

B-3 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□ア増幅器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。標準信号発生器の周波数を試験周波数 f_0 に合わせ、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) 標準信号発生器の出力周波数を受信機と同調周波数 f_0 [Hz]の上下に変化し、受信機の出力レベルをレベル計で測定して図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 δ [dB]だけ低いレベルの2点の周波数 f_1 及び f_2 の間隔 $f_2 - f_1$ [Hz]を□ウといい、 δ の値は、通常□エが用いられる。
- (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 Δf [Hz]で D を割った値を□オという。

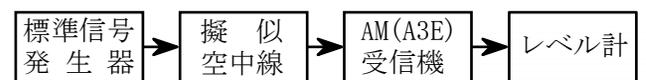


図1

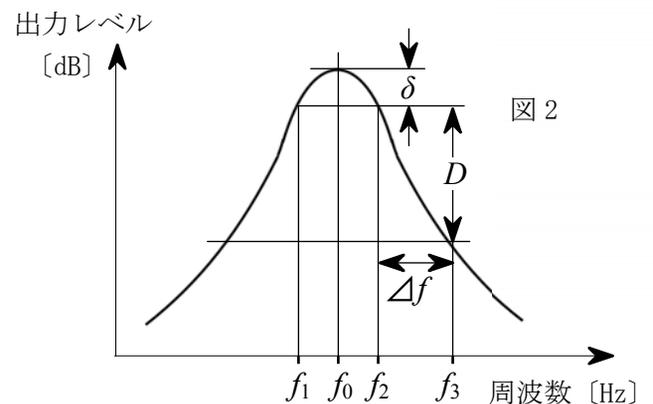
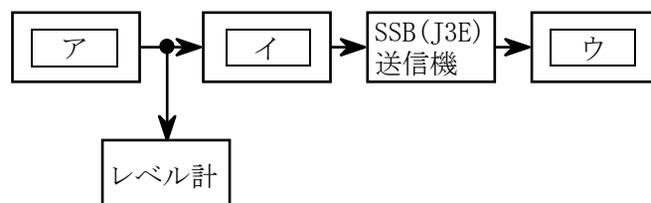


図2

- | | | | | |
|--------|----------|---------|-----------|---------|
| 1 中間周波 | 2 接(ON) | 3 等価帯域幅 | 4 6 [dB] | 5 減衰定数 |
| 6 高周波 | 7 断(OFF) | 8 通過帯域幅 | 9 12 [dB] | 10 減衰傾度 |

B-4 次の記述は、SSB(J3E)送信機の空中線電力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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

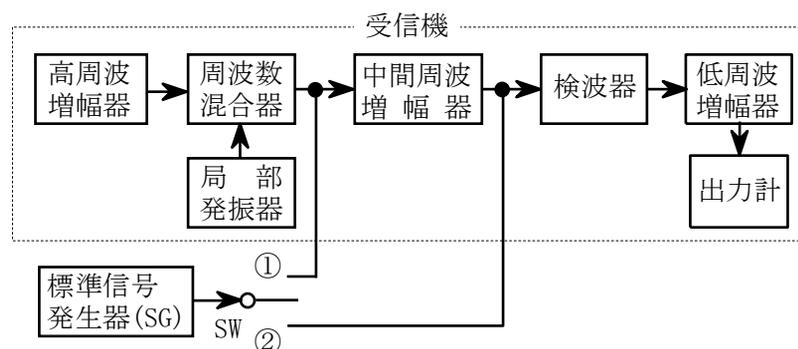
- (1) 図に示す構成例において、□アの発振周波数を規定の周波数(例えば1,500 [Hz])とし、□イを操作して送信機の変調信号の入力レベルを変え、そのつど送信機出力を□ウで測定する。
- (2) □イを操作して変調信号の入力レベルを増加しながら、送信機出力が□エするまで測定を行う。
- (3) J3E送信機の空中線電力は、□オで表示することが規定されており、送信機出力が□エしたときの平均電力である。



- | | | | | |
|---------------|----------------|--------|------|---------|
| 1 SSB(J3E)送信機 | 2 可変減衰器 | 3 電力計 | 4 増加 | 5 搬送波電力 |
| 6 低周波発振器 | 7 高域フィルタ (HPF) | 8 変調度計 | 9 飽和 | 10 尖頭電力 |

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、1 [μV] を 0 [dBμV] 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) スイッチ(SW)を①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 □ ア □ 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 □ の出力電圧の値は、40 [dBμV] であった。
- (3) 次に、SW を②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 □ の出力電圧の値は、120 [dBμV] であった。よって、中間周波増幅器の利得 G の値は、□ オ □ [dB] である。



- | | | | | |
|----------|---------|------|-------|--------|
| 1 接(ON) | 2 局部発振器 | 3 減少 | 4 同じ | 5 80 |
| 6 断(OFF) | 7 SG | 8 増加 | 9 異なる | 10 160 |