

第一級総合無線通信士「無線工学 A」試験問題

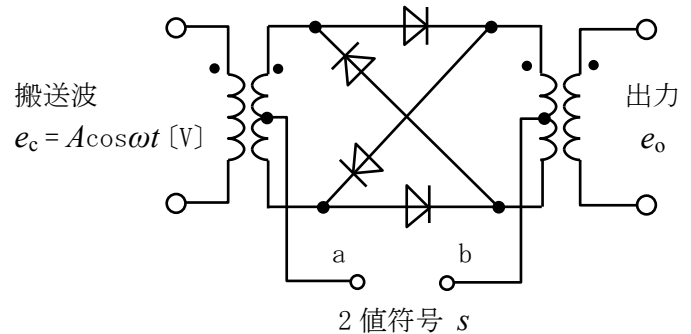
25 問 2 時間 30 分

A-1 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 発振周波数の変動の原因の一つとして、水晶発振器の後段に設けた周波数逓倍器、励振増幅器及び終段電力増幅器などの負荷変動がある。
- 2 負荷変動による発振周波数の変動を抑える方法の一つとして、水晶発振器の次段に緩衝増幅器を設ける方法がある。
- 3 発振周波数の変動の原因の一つとして、水晶発振器に用いている水晶発振子、トランジスタ、コイル及びコンデンサなどの回路素子の定数の周囲温度による変化がある。
- 4 周囲温度による発振周波数の変動を抑える方法の一つとして、温度係数が同一の回路素子を組み合わせて周波数の変動を打ち消す方法がある。
- 5 周囲温度による発振周波数の変動を抑える方法の一つとして、水晶発振器を恒温槽に入れる方法がある。

A-2 図に示すリング変調回路を用いた BPSK (2PSK) 変調回路の端子 a-b 間に 2 値符号 s として“1”及び“0”を加えたときの出力 e_o を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、端子 a-b 間に加わるパルス電圧の極性は、 s が“1”のとき端子 a が正、 s が“0”のとき端子 b が正とする。また、搬送波 e_c は、 $e_c = A\cos\omega t$ [V] とし、出力 e_o の振幅の大きさは e_c と同一とする。また、図中のドット“•”は、同じ極性を表すものとする。

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| $s = \text{“1”}$ | $s = \text{“0”}$ |
| 1 $e_o = A\cos 3\omega t$ [V] | $e_o = -A\cos 3\omega t$ [V] |
| 2 $e_o = A\cos 2\omega t$ [V] | $e_o = -A\cos 2\omega t$ [V] |
| 3 $e_o = A\cos \omega t$ [V] | $e_o = -A\cos 3\omega t$ [V] |
| 4 $e_o = A\cos \omega t$ [V] | $e_o = -A\cos 2\omega t$ [V] |
| 5 $e_o = A\cos \omega t$ [V] | $e_o = -A\cos \omega t$ [V] |



A-3 次の記述は、SSB (J3E) 波を得る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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) フィルタ法は、平衡変調器やリング変調器などを用いて □ A □ 両側波帯信号を得た後、一方の側波帯を帯域フィルタ (BPF) により取り出す。
- (2) 移相法は、二つの平衡変調器を用い、一方に搬送波及び信号波を加え、他方に搬送波及び信号波の位相を移相器によりそれぞれ □ B □ [rad] だけずらしたものを加え、両平衡変調器の出力を合成する。
この方法では、信号波の広い周波数範囲にわたって一様に □ B □ [rad] 移相することが必要であるが、アナログ回路でこれを実現することは困難であり、二つの平衡変調器のバランスやスプリアスの低減などで問題がある。しかし、デジタル移相器が開発され、これを実現できるようになり、この方法が容易に使われるようになった。

- | A | B |
|---------|---------|
| 1 抑圧搬送波 | $\pi/2$ |
| 2 抑圧搬送波 | $\pi/3$ |
| 3 抑圧搬送波 | $\pi/4$ |
| 4 全搬送波 | $\pi/2$ |
| 5 全搬送波 | $\pi/4$ |

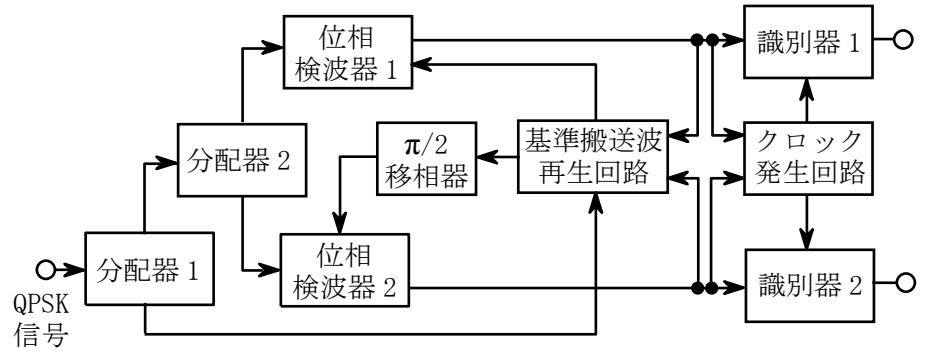
A-4 次の記述は、無線送信機の寄生発射について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- | | A | B |
|---|--------|----------------|
| (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。 | 1 発振回路 | の整数倍又は整数分の一である |
| (2) 寄生発射の周波数は、通常、送信周波数 □ B □ 。 | 2 発振回路 | と同じである |
| | 3 発振回路 | と関係がない |
| | 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-5 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 掛け算	振幅差	パルス繰り返し周期
2 掛け算	位相差	パルス繰り返し周期
3 掛け算	振幅差	振幅レベル
4 足し算	位相差	パルス繰り返し周期
5 足し算	振幅差	振幅レベル



A-6 次の記述は、衛星通信等のマイクロ波通信機器の低雑音増幅器に用いられるトランジスタの原理等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。

- 低雑音増幅器に用いられるトランジスタとしては、GaAs FET、HEMT 等がある。
- HEMTは、高電子移動度を持つ2次元電子ガスを電流パスとなるチャネルとしたものである。
- HEMT は、2種類の半導体を接合した界面で形成される2次元電子ガスの濃度を電界効果によって制御する。
- GaAs FET は、ショットキー接合に生じる電子空乏層を利用して、電流パスとなるチャネル層の電子を制御する。
- GaAs FET の低雑音特性は、FET の雑音源が主にショット雑音によるものであり、バイポーラトランジスタの熱雑音と比較して高周波領域での雑音増加率が大きいことがあげられる。

A-7 次の記述は、高周波増幅器がある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	検波器
4 雑音レベル	高周波増幅器
5 搬送波レベル	高周波増幅器

A-8 次の記述は、FM(F3E)受信機に用いられる各種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) 自動周波数制御(AFC)回路は、局部発振器の周波数と受信信号の □ A □ の周波数とを、一定の周波数関係に保つ。
- (2) 振幅制限回路は、伝搬の途中において発生するフェージングなどによる □ B □ の変動が、ひずみや雑音として復調されるのを防ぐ。
- (3) スケルチ回路は、受信機入力の信号が □ C □ なとき、大きな雑音が受信機から出力されるのを防ぐ。

A	B	C
1 変調信号	振幅	過大
2 変調信号	位相	無いか、又は微弱
3 搬送波	振幅	過大
4 搬送波	振幅	無いか、又は微弱
5 搬送波	位相	過大

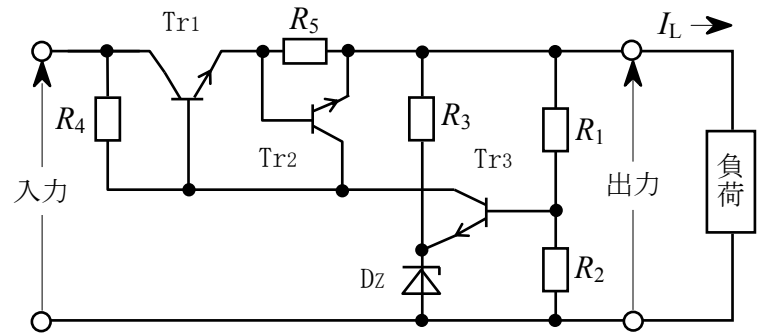
A-9 次の記述は、電源に用いるインバータについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) インバータは、□ A □ を交流電圧に変換する。
- (2) インバータの電力制御素子としては、主に IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor) や MOS-FET などの □ B □ 及びサイリスタが用いられる。
- (3) インバータは、出力の交流電圧の周波数及び位相を制御することが □ C □ 。

A	B	C
1 直流電圧	バリスタ	できない
2 直流電圧	トランジスタ	できない
3 直流電圧	トランジスタ	できる
4 交流電圧	バリスタ	できる
5 交流電圧	トランジスタ	できない

A-10 次の記述は、図に示す直列制御方式の定電圧回路に用いられる電流制限形保護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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 電流制限形保護回路として、動作するトランジスタは □ A □ であり、過負荷又は負荷が短絡したとき、Tr1に過大な電流が流れないようにする。
- (2) 負荷電流 I_L [A] が過大な電流になり、 R_5 の両端の電圧が規定の電圧より大きくなると、□ A □ のコレクタ電流が □ B □ するため、Tr1のベース電流が □ C □ し、 I_L が規定値以下になるよう電流を制限することができる。



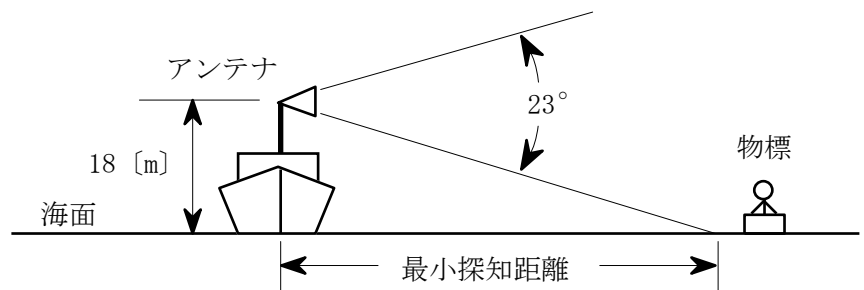
Tr1、Tr2、Tr3：トランジスタ
 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 ：抵抗 [Ω]
 Dz：ツェナーダイオード

- | | A | B | C |
|---|-----|----|----|
| 1 | Tr2 | 減少 | 減少 |
| 2 | Tr2 | 増加 | 減少 |
| 3 | Tr2 | 減少 | 増加 |
| 4 | Tr3 | 減少 | 増加 |
| 5 | Tr3 | 増加 | 減少 |

A-11 パルスレーダーの送信パルス幅が $1 [\mu s]$ のときの距離分解能の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、距離分解能は、同一方位にある二つの物標を分離して確認できる最小距離差をいい、二つの物標からの反射波のレベルは同一とする。

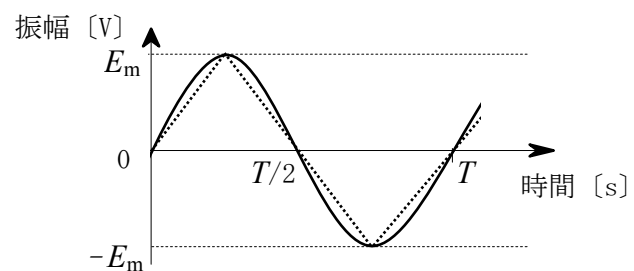
- 1 30 [m] 2 60 [m] 3 75 [m] 4 150 [m] 5 300 [m]

A-12 図において、海面からレーダーのアンテナまでの高さが18 [m]、アンテナの垂直ビーム幅が 23° のとき、物標の最小探知距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、海面上の物標の高さ及び大きさは無視するものとし、 $\tan 11.5^\circ = 0.2$ とする。



- 1 90 [m]
 2 120 [m]
 3 150 [m]
 4 160 [m]
 5 180 [m]

A-13 図に示す、波高値 E_m と周期 T がそれぞれ等しい正弦波と三角波を、真の実効値を指示する電圧計で測定したところ、三角波の指示値は $1 [V]$ であった。正弦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、「三角波」の実効値は、 $E_m/\sqrt{3} [V]$ である。また、電圧計の誤差はないものとする。

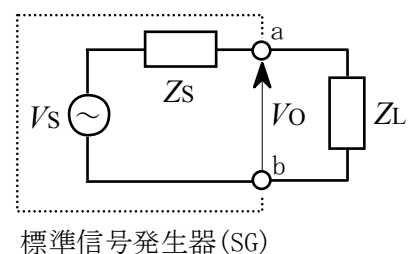


- 1 $\sqrt{2} [V]$
 2 $\sqrt{3} [V]$
 3 $\sqrt{1/2} [V]$
 4 $\sqrt{2/3} [V]$
 5 $\sqrt{3/2} [V]$

A-14 次の記述は、図に示す標準信号発生器(SG)の出力電圧と負荷インピーダンスとの関係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、SGの信号源のインピーダンスを $Z_s [\Omega]$ 、信号源の電圧を $V_s [V]$ 、出力端子 a-b 間の電圧を $V_o [V]$ 、負荷インピーダンスを $Z_L [\Omega]$ とし、 Z_s 及び Z_L は純抵抗とする。

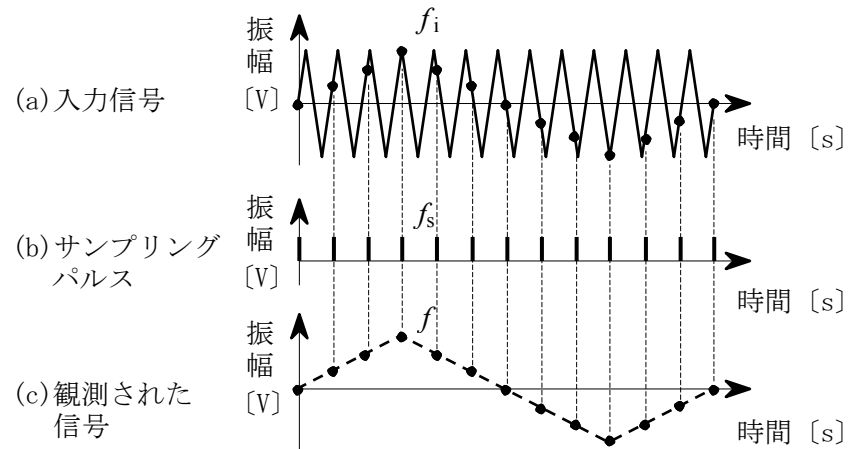
- (1) $Z_s = Z_L$ のとき、 V_o の値は、□ A □ [V] である。
 (2) 出力端子 a-b 間に負荷を接続しないとき、 V_o の値は開放出力電圧 □ B □ [V] である。
 (3) $Z_s \neq Z_L$ のとき、 V_o の値は、□ C □ [V] で表せる。

- | | A | B | C |
|---|-----------|-----------|-----------------------------|
| 1 | $2V_s$ | V_s | $V_s / \{1 + (Z_L / Z_s)\}$ |
| 2 | $2V_s$ | $V_s / 2$ | $V_s / \{1 + (Z_s / Z_L)\}$ |
| 3 | $V_s / 2$ | $2V_s$ | $V_s / \{1 + (Z_L / Z_s)\}$ |
| 4 | $V_s / 2$ | V_s | $V_s / \{1 + (Z_L / Z_s)\}$ |
| 5 | $V_s / 2$ | V_s | $V_s / \{1 + (Z_s / Z_L)\}$ |



A-15 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。

- 図の(a)に示す入力信号を、その周期より □ A □ 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。
- 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、□ B □ [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。
- 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には □ C □ 。

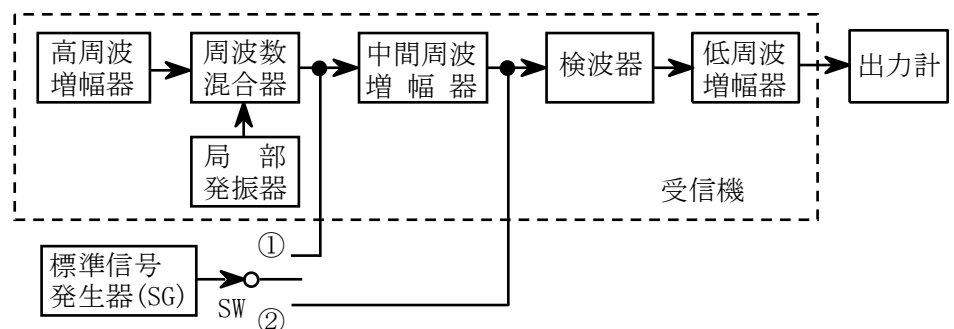


	A	B	C
1	長い	f_s / f_i	適用できない
2	長い	$f_i - f_s$	適用できない
3	長い	$f_i - f_s$	適用できる
4	短い	f_s / f_i	適用できる
5	短い	$f_i - f_s$	適用できない

A-16 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中間周波増幅器の利得の測定法について、測定値を例示し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、 $1[\mu V]$ を $0[dB\mu V]$ 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。

- 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 □ A □ にしておく。
- 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 □ B □ の出力電圧の値は、 $40[dB\mu V]$ であった。
- 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減少するので、□ B □ の出力電圧を調整して低周波増幅器の出力電圧が(2)と同じ値になるようにする。このときの □ B □ の出力電圧の値は、 $120[dB\mu V]$ であった。よって、中間周波増幅器の利得 G の値は、□ C □ [dB] である。

	A	B	C
1	断(OFF)	SG	80
2	断(OFF)	SG	160
3	断(OFF)	局部発振器	80
4	接(ON)	SG	160
5	接(ON)	局部発振器	80



A-17 次の記述は、我が国の地上系デジタル方式標準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。

- 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。
- 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 □ になり、マルチパスの影響を軽減できる。

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

A-18 次の記述は、航空用 DME(距離測定装置)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) トランスポンダ(地上 DME)は、インタロゲータ(機上 DME)から送信された質問信号を受信すると、□A□ 応答信号を送信し、インタロゲータは、質問信号の送信から応答信号の受信までの時間を測定して、航空機と地上 DME との距離を求める。応答信号には、質問信号と □B□ 周波数が用いられる。
- (2) トランスポンダは、複数の航空機からの質問信号に対し応答信号を送信する。このため、インタロゲータは、質問信号の発射間隔を □C□ にし、自機の質問信号に対する応答信号のみを安定に同期受信できるようにしている。

	A	B	C
1	自動的に	同じ	規則的
2	自動的に	異なる	規則的
3	自動的に	異なる	不規則
4	手動で	同じ	不規則
5	手動で	異なる	規則的

A-19 ある送信機の出力を 3 [dB] の減衰器を通して測定したところ、電力計の指示が 16 [mW] であった。このときの送信機出力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

- 1 22 [mW] 2 32 [mW] 3 64 [mW] 4 82 [mW] 5 96 [mW]

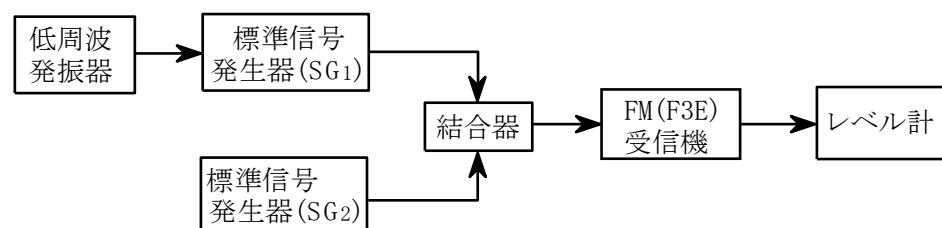
A-20 次の記述は、大電力増幅器として用いられる TWT(進行波管)について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) TWT は、入力電磁波をらせんなどの構造を持つ □A□ に沿って進行させ、これとほぼ同じ速度でらせんの中心を通る電子ビームの電子密度が電磁波によって変調されるのを利用して増幅する。
- (2) TWT は、クライストロンに比べ周波数帯域が広いため複数の搬送波を同時に増幅することができる。TWT を使用して複数の搬送波を同時に増幅する場合、相互変調を低減するためのバックオフを必要と □B□ 。
- (3) TWT は、クライストロンに比べ同一出力の場合、電力効率が □C□ 。

	A	B	C
1	整合回路	する	低い
2	整合回路	しない	高い
3	遅延回路	しない	低い
4	遅延回路	する	低い
5	遅延回路	しない	高い

B-1 次の記述は、図に示す構成例を用いた FM(F3E)受信機の感度抑圧効果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、受信機の条件として、雑音抑圧を 20 [dB] とするために必要な受信機入力電圧より 6 [dB] 高い希望波入力電圧を加えた状態の下で、希望波から 20 [kHz] 以上離れた妨害波を加えた場合において、雑音抑圧が 20 [dB] となるときのその妨害波入力電圧が 10 [mV] 以上であることが法令等で規定されているものとする。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) SG₂の出力を断とし、低周波発振器及びSG₁等により、試験周波数について □ア□ 法の感度測定方法に従って感度を測定し、感度及びそのときの受信機の復調出力(レベル計の指示値)を記録する。次に、標準信号発生器(SG₁)は希望波、標準信号発生器(SG₂)は妨害波とし、SG₁、SG₂ともに無変調状態とする。
- (2) この状態でSG₁の出力を6 [dB] 増加させる。このとき、レベル計の指示値が □イ□ することを確認する。次にSG₂の出力周波数を試験周波数より □ウ□ 高い値に設定する。
- (3) この状態で □エ□ の出力を調整して、レベル計の指示値が(1)の □ア□ 法による感度測定時と等しくなるようにし、このときの □エ□ の出力から妨害波の受信機入力電圧を求める。
- (4) SG₂の出力周波数を試験周波数より □ウ□ 低い値に設定して(3)と同様の測定を行う。
- (5) 妨害波の受信機入力電圧を [mV] 単位で、上側、下側周波数に分け、記載し、その値が 10 [mV] 以上であることを確認する。なお、この 10 [mV] をデシベルに換算すると □オ□ となる。



- 1 NQ(Noise Quieting) 2 増加 3 20 [kHz] 4 SG₂ 5 40 [dBμV]
 6 SINAD 7 減少 8 10 [kHz] 9 SG₁ 10 80 [dBμV]

B-2 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及びその対策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 相互変調による混信妨害は、高周波増幅器などの入出力特性の非直線領域で動作するために生ずる。
- イ 相互変調による混信妨害の対策には、受信機の入力レベルを上げる方法などがある。
- ウ 近接周波数による混信妨害は、妨害波の周波数が受信周波数に近接しているときに生ずる。
- エ 近接周波数による混信妨害の対策には、中間周波増幅器の選択度を向上させる方法などがある。
- オ 映像周波数による混信妨害は、妨害波の周波数が受信周波数に対して中間周波数の3倍離れているとき、受信機で受信されると中間周波数に変換されるために生ずる。その対策には、高周波増幅器の選択度を向上させる方法などがある。

B-3 次の記述は、インマルサットシステム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 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。
- イ 船舶地球局は、衛星に対し、2.5 [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。
- ウ インマルサットC型無線設備は、回線交換方式を用いており、音声通話ができる。
- エ インマルサットF型無線設備の中のインマルサットF77型(Fleet F77)無線設備は、電話、ファクシミリのほか、高速データ通信を行うことができる。高速データによる通信を行う場合の変調方式は、16QAM方式を用いる。
- オ 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。

B-4 次の記述は、パルス符号変調(PCM)方式を用いた伝送方式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) アナログ信号を標本化して取り出したパルス列を □ア□ し、これを □イ□ によりパルス符号列に変換して伝送する。
- (2) 標本化定理によれば、標本化周波数が入力のアナログ信号の最高周波数の □ウ□ の周波数より高いとき、標本化して得たパルス列から元のアナログ信号を復元できる。
- (3) 標本化において、前置フィルタの特性が十分でなくて、元のアナログ信号の中の標本化周波数の1/2より高い周波数成分が残っている場合、□エ□ を生じる。
- (4) 量子化雑音は、量子化ステップの数が多いほど □オ□ 。

- | | | | | |
|-------|-------|-------|----------|--------|
| 1 復号化 | 2 多重化 | 3 2倍 | 4 ショット雑音 | 5 小さい |
| 6 量子化 | 7 符号化 | 8 1/2 | 9 折り返し雑音 | 10 大きい |

B-5 次の記述は、パルス信号の立ち上がり時間をオシロスコープを用いて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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図1に示すパルス信号の立ち上がり部分をオシロスコープに表示し、図2に示すように、オシロスコープの表示面にあらかじめ設定した0及び100 [%] の目盛にパルス波形の振幅を合わせる。波形の振幅が □ア□ [%] から □イ□ [%] になるまでの水平部分の目盛数を読み取る。
- (2) 立ち上がり時間は、(1)で読み取った目盛数と一目盛当たりの □ウ□ との □エ□ の計算から得られる。一目盛当たりの □ウ□ が2 [ms] のとき、図1のパルス波形の立ち上がり時間は、約 □オ□ である。

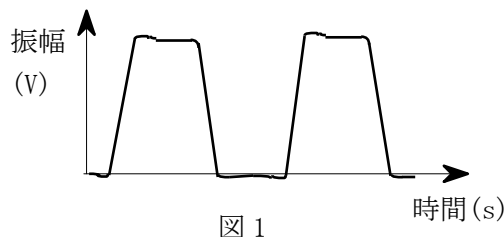


図1

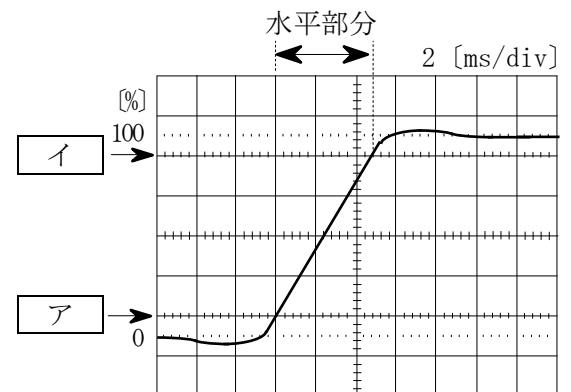


図2

- | | | | | |
|------|------|--------|-----|-------------|
| 1 10 | 2 90 | 3 垂直感度 | 4 積 | 5 2.4 [ms] |
| 6 20 | 7 80 | 8 掃引時間 | 9 和 | 10 4.8 [ms] |