

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。こ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、水晶発振器に用いているコイル、コンデンサ、水晶発振子及びトランジスタなどの回路素子の定数の周囲温度による変化がある。
- 2 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、水晶発振子又は水晶発振器を恒温槽に入れる。
- 3 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。
- 4 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。
- 5 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。

A - 2AM (A3E) 送信機において、搬送波電力 100 [W] の高周波を単一正弦波で変調したとき、出力の平均電力が18 [W] であった。このときの変調度の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 20 [%] 2 30 [%] 3 40 [%] 4 50 [%] 5 60 [%]

A - 3次の記述は、周波数偏移 (FS) 通信方式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 発射電波の周波数を、電信符号のマークとスペースに対応して、中心周波数からそれぞれ正又は負へ一定値だけ偏移させる。
- 2 誤字率が同じとき、A1A 方式より送信電力が少なくてよい。
- 3 電波は、マーク又はスペースのいずれか一方のときのみ発射される。
- 4 A1A 方式に比べて、選択性フェージングの影響を受けにくい。
- 5 復調の方法には、周波数弁別器を用いる方法及びマークとスペースの周波数を2個の帯域フィルタで分離する方法などがある。

A - 4次の記述は、FM (F3E) 波の占有周波数帯幅について述べたものである。□□□ に入るべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

(1) 占有周波数帯幅に含まれる電力は、輻射される全平均電力の □□□ A [%] を含む。

(2) 変調指数 m_f の値が1 より十分大きいとき、占有周波数帯幅は、次の近似式で表される。ただし、変調信号は単一周波数とし、その周波数を f_m [Hz] とする。

B □□□ B [Hz]

- | | A | B |
|---|----|------------------|
| 1 | 95 | $f_m (1 + m_f)$ |
| 2 | 95 | $2f_m (1 + m_f)$ |
| 3 | 99 | $f_m (1 + m_f)$ |
| 4 | 99 | $2f_m (1 + m_f)$ |
| 5 | 99 | $4f_m (1 + m_f)$ |

A - 5次の記述は、FM (F3E) 受信機に用いられるスケルチ回路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。

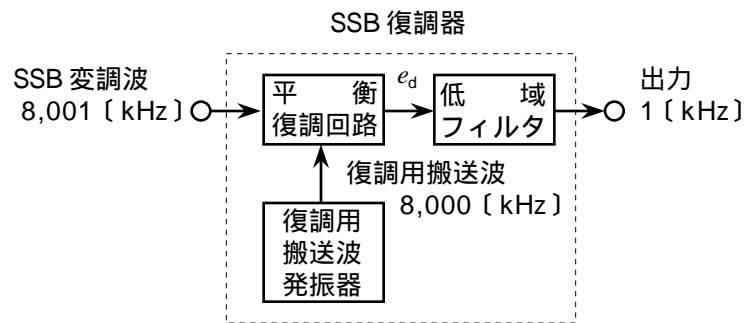
- 1 受信機の入力信号レベルが所定の値より低いと動作する。
- 2 低周波増幅器の動作を停止して、出力に雑音が見れるのを防ぐ。
- 3 ノイズスケルチ方式は、通話可能限界の電界強度でスケルチ回路が働き始めるようにすることができる。
- 4 ノイズスケルチ方式は、周波数弁別器の出力の音声帯域内の雑音を整流して得た電圧で動作する。
- 5 キャリアスケルチ方式は、受信信号の搬送波のレベルに応じて動作する。

A - 6 任意の抵抗 R [] から発生する熱雑音電圧の実効値 e を表す式及び R から取り出し得る熱雑音の最大電力 (有能雑音電力) P_A を表す式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。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 を表す式	P_A を表す式
1 $e = \sqrt{4kTB}$ [V]	$P_A = kTB$ [W]
2 $e = \sqrt{4kTB}$ [V]	$P_A = kTBR$ [W]
3 $e = \sqrt{4kTB}$ [V]	$P_A = k(TB)^2$ [W]
4 $e = \frac{\sqrt{4kTB}}{R}$ [V]	$P_A = kTBR$ [W]
5 $e = \frac{\sqrt{4kTB}}{R}$ [V]	$P_A = kTB$ [W]

A - 7 図に示す SSB 復調器に SSB (J3E) 変調波を入力したときの平衡復調回路の出力 e_d [V] 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、変調信号は 1 [kHz] の単一正弦波であり、SSB 変調波の搬送波及び復調用搬送波の周波数を 8,000 [kHz]、SSB 変調波の周波数を 8,001 [kHz] とする。また、平衡復調器は理想的に動作するものとする

- 1 1 [kHz]
- 2 1 [kHz] 及び 8,000 [kHz]
- 3 1 [kHz] 及び 8,001 [kHz]
- 4 1 [kHz] 及び 15,999 [kHz]
- 5 1 [kHz] 及び 16,001 [kHz]



A - 8 次の記述は、シングルスーパーヘテロダイン受信機の間中周波数を選定するときの考慮すべき事項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。

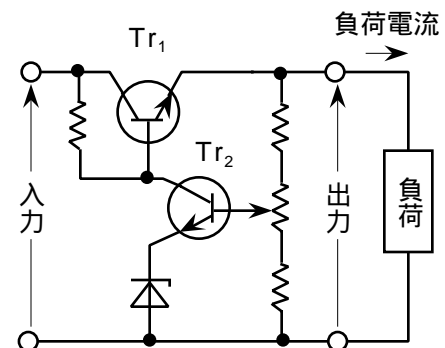
- (1) 映像周波数は、希望周波数から中間周波数の 2 倍の周波数だけ離れているため、映像周波数の成分を除去しやすくするには、中間周波数を □ A □ した方がよい。
- (2) 局部発振周波数と受信信号の周波数との差が小さいと、局部発振周波数が受信信号の周波数と同じ周波数になる引き込み現象を生じやすいため、局部発振器が受信信号の影響を受けにくくするには、中間周波数を □ B □ した方がよい。
- (3) 中間周波増幅器の通過帯域幅を決定する同調回路の帯域幅は、せん鋭度 Q が一定のとき、中間周波数を □ C □ するほど狭くなるため、近接周波数選択度を良くするには、中間周波数を □ C □ した方がよい。

	A	B	C
1	低く	低く	高く
2	低く	高く	高く
3	高く	高く	高く
4	高く	低く	低く
5	高く	高く	低く

A - 9 次の記述は、図に示す直列制御形定電圧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。ただし、□ 内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 負荷の変動によって出力の電圧が増加しようとするときは、 Tr_1 のベース-エミッタ間の電圧が □ A □ し、負荷電流も □ A □ するので、出力電圧が一定に保たれる。
- (2) Tr_1 のコレクタ電流の規格値が負荷電流より □ B □ ものをを用いる。
- (3) 過負荷又は負荷の短絡に対する保護回路が □ C □ である。

	A	B	C
1	低下	小さい	不要
2	低下	大きい	必要
3	低下	大きい	不要
4	増加	大きい	不要
5	増加	小さい	必要



A - 10 次の記述は、図1に示す半波整流回路のリプル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、ダイオード D は、理想的な動作をするものとする。

(1) 負荷抵抗 R_L [] に流れる負荷電流 i_L [A] は、図2に示す半波整流波形となり、 i_L の実効値 i_{rms} は、 i_L に含まれる直流成分 I_{DC} [A] 及び交流成分の実効値 i_r [A] と次式の関係がある。

$$i_{rms}^2 = \square A [A] \text{ -----}$$

(2) リプル百分率は i_r と I_{DC} の比 i_r/I_{DC} を用いて次式で定義される。

$$= i_r/I_{DC} \times 100 [\%] \text{ -----}$$

式より i_r は、 $i_r = \sqrt{i_{rms}^2 - I_{DC}^2}$ であるから、 i_{rms} 及び I_{DC} を次のように求める。

D に交流電圧 $= V_m \sin t$ [V] が加わったときの i_L は、D の順方向抵抗及びトランス T の巻線抵抗の和を [] とし、次式で表される。ただし、 v 及び i_L の振幅をそれぞれ V_m 及び I_m 、角周波数を [rad/s] とし、 $0 \leq t < \pi$ とする。

$$i_L = \frac{V_m}{R_s + R_L} \sin \omega t = I_m \sin \omega t [A] \text{ -----}$$

式の t を θ とおいて i_r を求めると、次のようになる。

$$i_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_L^2 d\theta} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} (I_m \sin \theta)^2 d\theta}$$

$$= \sqrt{\frac{I_m^2}{2\pi} \int_0^{\pi} \frac{1 - \cos 2\theta}{2} d\theta} = \sqrt{\frac{I_m^2}{2\pi} \left[\theta - \frac{1}{2} \sin 2\theta \right]_0^{\pi}} = \frac{I_m}{2} [A] \text{ -----}$$

同様に、 I_{DC} は、次のようになる。

$$I_{DC} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_L d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} I_m \sin \theta d\theta = \frac{I_m}{2\pi} [-\cos \theta]_0^{\pi} = \square B [A] \text{ -----}$$

式、式及び式より i_r/I_{DC} は次式で表される。

$$\frac{i_r}{I_{DC}} = \frac{\sqrt{i_{rms}^2 - I_{DC}^2}}{I_{DC}} = \sqrt{\left(\frac{i_{rms}}{I_{DC}}\right)^2 - 1} \text{ -----}$$

(3) 式より、半波整流回路のリプル率は、□ C である。

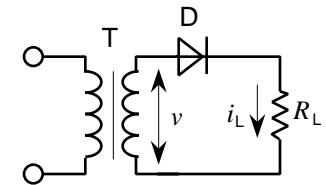


図1

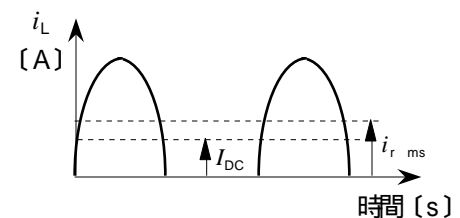


図2

	A	B	C
1	$I_{DC}^2 + i_r^2$	$\frac{I_m}{\pi}$	$\sqrt{\frac{\pi^2}{4} - 1} \times 100 [\%]$
2	$I_{DC}^2 + i_r^2$	$\frac{2I_m}{\pi}$	$\sqrt{\frac{\pi^2}{2} - 1} \times 100 [\%]$
3	$I_{DC}^2 + i_r^2$	$\frac{I_m}{2\pi}$	$\sqrt{\pi^2 - 1} \times 100 [\%]$
4	$(I_{DC} + i_r)^2$	$\frac{I_m}{\pi}$	$\sqrt{\frac{\pi^2}{4} - 1} \times 100 [\%]$
5	$(I_{DC} + i_r)^2$	$\frac{2I_m}{\pi}$	$\sqrt{\frac{\pi^2}{2} - 1} \times 100 [\%]$

A - 11 最大探知距離 R_{max} が 10 [km] のパルスレーダーの送信せん頭電力を 4 倍にしたときの R_{max} の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 R_{max} は、レーダー方程式に従うものとする。

- 1 12.1 [km] 2 14.1 [km] 3 20 m0k 4 28.2 [km] 5 40 [km]

A - 12 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 A 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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 船体の動揺に対して □ A を正確に追尾する機能を持つ直径 $\phi \sim 1.2$ [m] のパラボラアンテナを用いている。
 (2) 使用周波数帯は、□ B 帯である。
 (3) 音声信号の伝送には、□ C 方式を用いている。

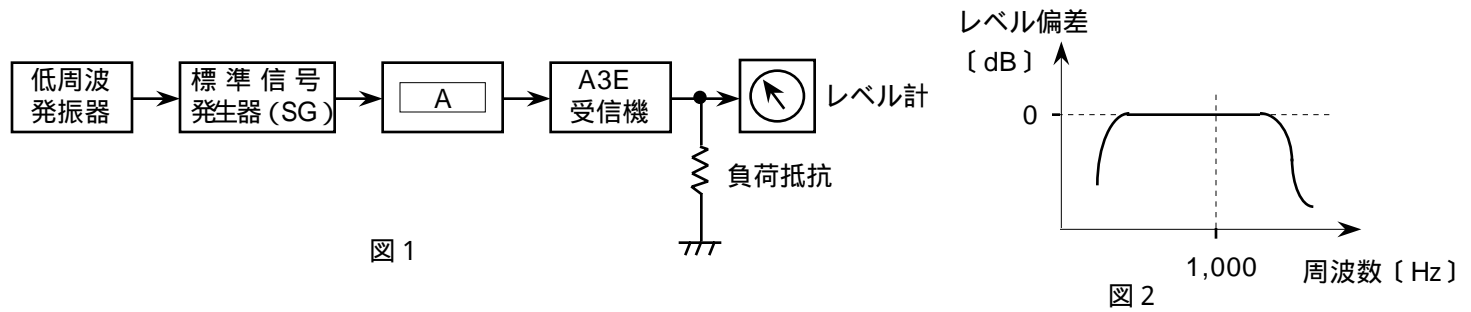
	A	B	C
1	静止衛星	1.5 及び 1.6 [GHz]	アナログ
2	静止衛星	1.5 及び 1.6 [GHz]	デジタル
3	静止衛星	11 及び 12 GHz	デジタル
4	極軌道周回衛星	11 及び 12 GHz	デジタル
5	極軌道周回衛星	1.5 及び 1.6 [GHz]	アナログ

A - 13 次の記述は、高機能グループ呼び出し（EGC）システム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 海岸地球局から船舶地球局に対して海上安全情報（MSI）を放送するシステムである。
- 2 海岸地球局から船舶地球局に対してコスパス・サーサット衛星を経由して放送する。
- 3 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放送することができる。
- 4 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。
- 5 海岸地球局からの遭難通報を船舶地球局で受信したとき、自動的に音響警報を鳴らすことができる。

A - 14 次の記述は、AM（A3E）受信機の周波数特性の測定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。

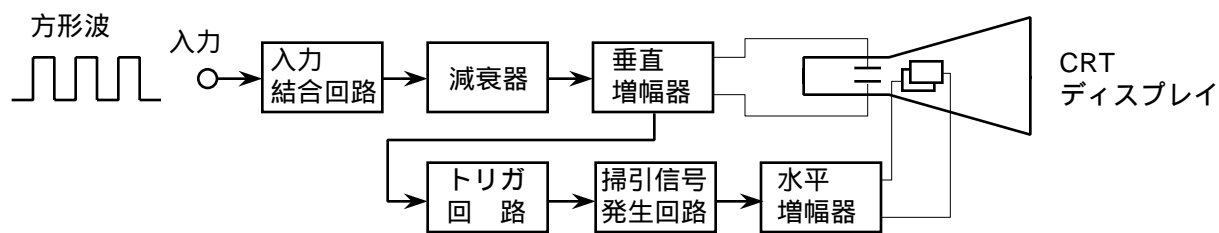
- (1) 図1に示す構成例において、標準信号発生器（SG）を希望周波数に合わせて規定の変調（例えば、1,000〔Hz〕、30〔%〕）を行い、□Aを通して規定のレベルで受信機に加える。
- (2) 受信機と同調をとり、受信機出力が標準出力 A_1 〔dB〕となるようレベル計で測定しながら□Bの出力を調整する。
- (3) SGの変調度と出力レベルを一定に保ち、低周波発振器の発振周波数を変え、受信機出力をレベル計で測定したときのレベルを A_2 〔dB〕とすると、□Cが規定の周波数（1,000〔Hz〕）に対するレベル偏差となる。同様な測定を可聴周波数の範囲で行えば、図2に示すような周波数特性を得る。



A	B	C
1 低域フィルタ	低周波発振器	$A_2 + A_1$ 〔dB〕
2 低域フィルタ	SG	$A_2 - A_1$ 〔dB〕
3 擬似空中線	SG	$A_2 + A_1$ 〔dB〕
4 擬似空中線	SG	$A_2 - A_1$ 〔dB〕
5 擬似空中線	低周波発振器	$A_2 + A_1$ 〔dB〕

A - 15 次の記述は、図に示す構成例の測定器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。

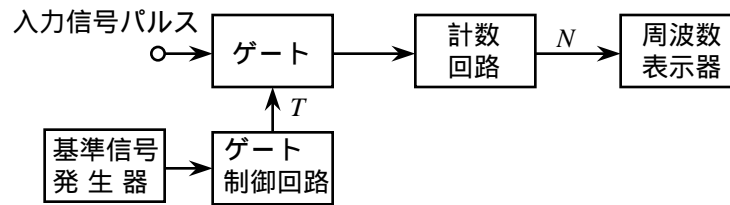
- (1) この測定器の名称は、□Aである。
- (2) この測定器に繰返し周波数を持つ方形波を入力すると、□Bが観測できる。



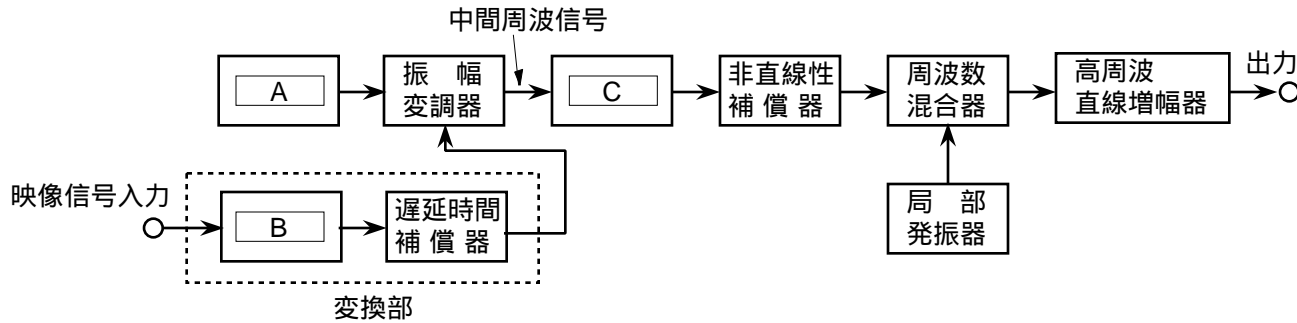
A	B
1 オシロスコープ	方形波の振幅及び繰返し周波数
2 オシロスコープ	方形波に含まれる各スペクトルの振幅及び周波数
3 スーパーヘテロダイン方式スペクトルアナライザ	方形波に含まれる各スペクトルの振幅及び周波数
4 スーパーヘテロダイン方式スペクトルアナライザ	方形波の振幅及び繰返し周波数
5 FFT アナライザ	方形波に含まれる各スペクトルの振幅及び周波数

A - 16 図に示す計数形周波数計（周波数カウンタ）において、ゲート時間 T [s] の間にゲートを通過する周波数 f [Hz] の入力信号パルスを計数したところ、計数値 N の値として真値より一つ多い 4.01 が得られた。このときの f の測定誤差の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $T = 10$ [ms] とし、基準信号発生器の周波数誤差はないものとする。

- 1 50 [Hz]
- 2 100 [Hz]
- 3 150 [Hz]
- 4 200 [Hz]
- 5 250 [Hz]



A - 17 図は、NTSC方式テレビジョン映像送信機の中間周波変調方式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。

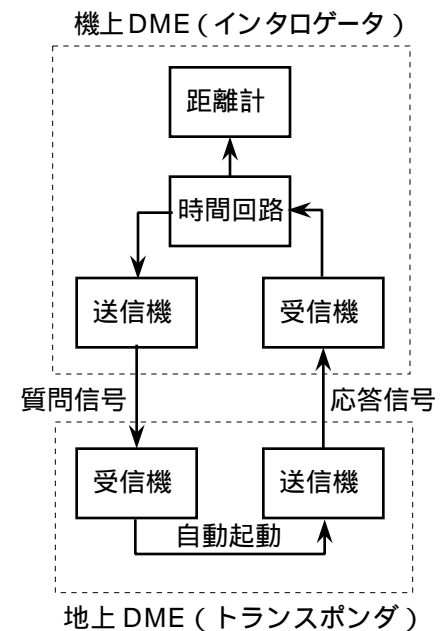


- | A | B | C |
|---------|----------|------------------|
| 1 水晶発振器 | 同期レベル調整器 | 残留側波帯フィルタ (VSBF) |
| 2 水晶発振器 | 振幅制限器 | 残留側波帯フィルタ (VSBF) |
| 3 水晶発振器 | 同期レベル調整器 | 低域フィルタ (LPF) |
| 4 自励発振器 | 同期レベル調整器 | 低域フィルタ (LPF) |
| 5 自励発振器 | 振幅制限器 | 残留側波帯フィルタ (VSBF) |

A - 18 次の記述は、図に示す航行援助用距離測定装置 (DME) 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) 地上DME (トランスポンダ) は、航空機の機上DME (インタロゲータ) から送信された質問信号を受信すると、自動的に応答信号を送信し、機上 DME は、□ A の送信から □ B 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。
- (2) 地上DME は、質問信号に同期して応答するため、質問信号を□ C な発射間隔で送信すると、同期受信できる航空機は、質問した航空機のみになり、複数の航空機へのサービスが可能になる。

- | A | B | C |
|--------|------|-----|
| 1 質問信号 | 質問信号 | 規則的 |
| 2 質問信号 | 応答信号 | 規則的 |
| 3 質問信号 | 応答信号 | 不規則 |
| 4 応答信号 | 質問信号 | 不規則 |
| 5 応答信号 | 応答信号 | 規則的 |



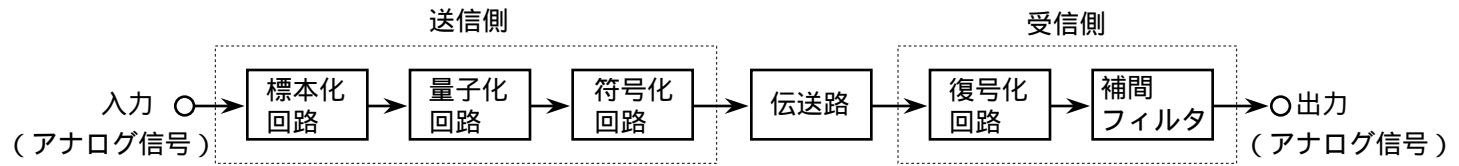
A - 19 次の記述は、衛星中継に用いる多元接続方式の一つである TDMA 方式について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 衛星に搭載した一つの中継器を複数の地球局が □ A で使用する。
- (2) 一定時間幅のフレームを分割した時間枠 (スロット) を各地球局に割り当て、地球局は、□ B と呼ばれる自局の信号をスロットの時間内に収めて送出する。
- (3) スロットとスロットの間には、各地球局からの信号が重ならないように □ C を設ける。

- | A | B | C |
|---------|-------|--------|
| 1 周波数分割 | パッケージ | ガードタイム |
| 2 周波数分割 | バースト | ガードバンド |
| 3 時分割 | パッケージ | ガードバンド |
| 4 時分割 | バースト | ガードタイム |
| 5 時分割 | パッケージ | ガードタイム |

A - 20 次の記述は、図に示すパルス符号変調 (PCM) 方式を用いた伝送系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。

- (1) 標本化回路で入力のアナログ信号を標本化したときの出力は、□ A である。
- (2) 量子化回路で量子化を行ったときの量子化雑音は、量子化ステップの数が多いほど □ B 。
- (3) 復号化回路で復号した出力からアナログ信号を復調するために用いる補間フィルタには、□ C が用いられる。



A	B	C
1 パルス振幅変調 (PAM) 波	大きい	高域フィルタ
2 パルス振幅変調 (PAM) 波	小さい	高域フィルタ
3 パルス振幅変調 (PAM) 波	小さい	低域フィルタ
4 パルス幅変調 (PWM) 波	小さい	低域フィルタ
5 パルス幅変調 (PWM) 波	大きい	高域フィルタ

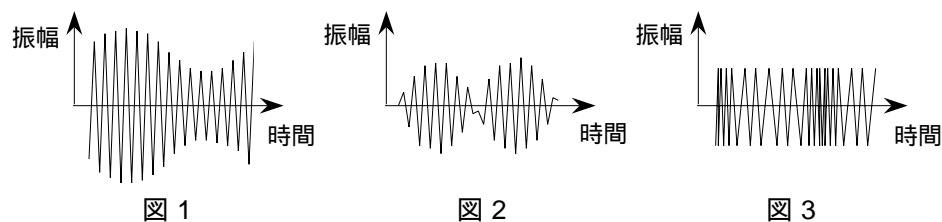
B - 次の記述は、パルス振幅変調 (PAM) 及びパルス幅変調 (PWM) について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (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) 増幅器の入力に対する出力の振幅の直線性が悪いとひずみを生じやすいのは、□ オ である。

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

B - 2 次の記述は、図に示す変調波をスペクトルアナライザに入力したとき観測される現象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、各変調波の搬送波及び変調信号は、それぞれ単一正弦波とし、変調ひずみはないものとする。

- (1) 図 1 の AM (A3E) 波をスペクトルアナライザに入力したときに観測される周波数成分の数は、□ ア である。このうち、□ イ の成分の振幅は、他の成分の振幅より常に大きい。
- (2) 図 2 の変調波は、□ ウ の搬送波を抑圧することによって得られ、これをスペクトルアナライザに入力したときに観測される上下の側帯波の周波数間隔は、変調信号の周波数が高くなると □ エ 。
- (3) 図 3 の FM (F3E) 波をスペクトルアナライザに入力したとき、搬送波の周波数の上下に多くの側帯波が観測され、隣り合う側帯波の周波数間隔は、変調信号の □ オ の値に等しい。



1 周波数	2 AM (A3E) 波	3 狭まる	4 側帯波	5 2
6 振幅	7 FM (F3E) 波	8 搬送波	9 3	10 広がる

B - 3 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) 電源スイッチを投入すると、捜索側の □ア から送信された □イ 帯の電波を受信したとき、応答信号を □ウ 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、□ア の表示器上に □エ 個の輝点列が表示される。SART の位置は、この輝点列のうち □ア の表示器の中心から最も □オ 輝点で示される。

- 1 9〔GHz〕 2 12 3 遠い 4 異なる周波数帯 5 近い
 6 1.6〔GHz〕 7 レーダー 8 8 9 同じ周波数帯 10 インマルサット B 型無線設備

B - 4 次の記述は、AM（A3E）波を復調するための直線検波器及び二乗検波器について述べたものである。このうち直線検波器について述べているものを1、二乗検波器について述べているものを2として解答せよ。ただし、変調信号及び搬送波は、単一正弦波とする。

- ア 平均値検波回路及び包絡線検波回路があり、検波効率は包絡線検波回路の方が良い。
 イ 復調出力は、入力の搬送波の振幅の二乗にほぼ比例して大きくなる。
 ウ 出力回路の時定数の設定が不適切であると、ななめ（ダイアゴナル）クリッピングなどのひずみが生ずることがある。
 エ 復調出力には、変調信号の第二高調波を主成分とするひずみが常に含まれている。
 オ 復調出力のひずみ率は、変調度に比例して大きくなる。

B - 5 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) 図1の構成例において、□ア の指示を確認しながら低周波発振器の出力を減衰器で調整し、送信機の入力レベルが規定の値となるようにして振幅変調波を出力する。
- (2) 次に、結合用同調回路を用いて送信機の出力を適当な強度で受信し、その出力をオシロスコープの □イ に加え、オシロスコープの掃引周波数及び □ウ を調整すると、□エ に示すような波形が表示される。□エ のB及びAの比（ B/A ）の値が $7/13$ のときの振幅変調波の変調度は、□オ（%）である。

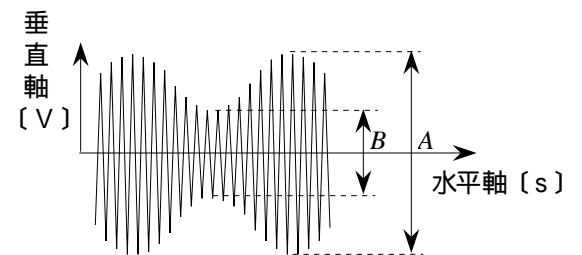
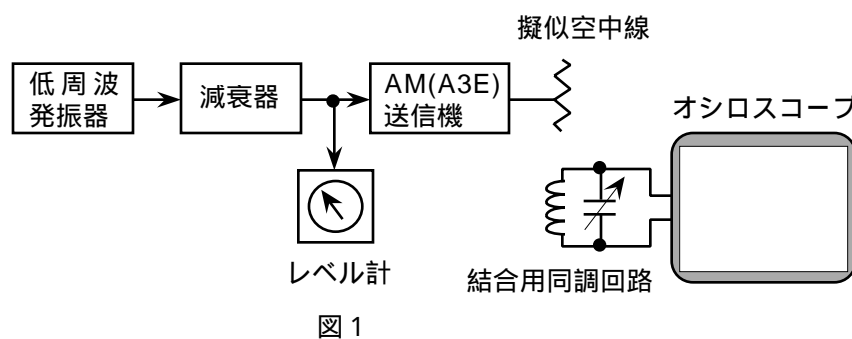


図2

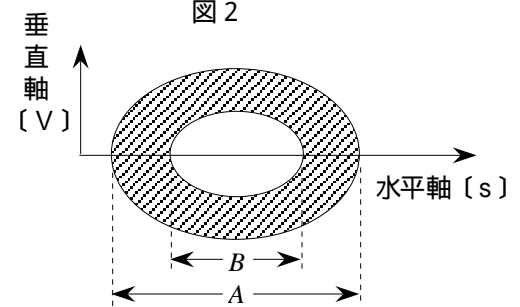


図3

- 1 垂直軸 2 オシロスコープ 3 水平軸 4 図2 5 60
 6 レベル計 7 利得 8 同期 9 30 10 図3