

第二級陸上無線技術士「無線工学 A」試験問題

25 問 2 時間 30 分

A－1 次の記述は、デジタル通信の変調方式である PSK 及び QAM の一般的な特徴等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、信号空間ダイアグラムとは、信号点配置図である。

- (1) QPSK 波の信号空間ダイアグラムでは、4 個の信号点配置となる。変調信号に対して搬送波の位相が □ A □ [rad] の間隔で割り当てられ、シンボル当たり 2 ビットの情報を送ることができる。
- (2) 64QAM 波の信号空間ダイアグラムでは、64 個の信号点配置となる。よって、シンボル当たり □ B □ ビットの情報を送ることができる。
- (3) PSK は、搬送波の位相に、QAM は、搬送波の位相だけでなく振幅にも情報を乗せる変調方式である。両変調方式共に、多値化するに従って、隣り合う信号点間距離が □ C □ なるので原理的に伝送路等におけるノイズやひずみによるシンボル誤りが起こりやすくなる。

	A	B	C
1	$\pi/2$	4	狭く
2	$\pi/2$	4	広く
3	$\pi/2$	6	狭く
4	$\pi/4$	6	広く
5	$\pi/4$	4	狭く

A－2 次の記述は、直交振幅変調 (QAM) 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) 送信側では、互いに直交する位相関係にある二つの搬送波を、複数の振幅レベルを持つデジタル信号 $\psi_I(t)$ [V] 及び $\psi_Q(t)$ [V] でそれぞれ振幅変調し、その出力を加算して送出する。このときの直交振幅変調波 $e(t)$ は、次式で表される。ただし、 ω_c [rad/s] は、搬送波の角周波数を示す。

$$e(t) = \psi_I(t) \cos \omega_c t + \square A \square \quad [V]$$

- (2) 受信側では、互いに直交する位相関係にある二つの復調搬送波を用いてデジタル信号を復調する。復調搬送波 $e_L(t)$ が $e_L(t) = \cos(\omega_c t - \varphi)$ [V] のとき、同期検波を行って低域フィルタ (LPF) を通すと、 $\varphi = \pi/2$ [rad] で、□ B □ が復調され、 $\varphi = 0$ [rad] で、□ C □ が復調される。

	A	B	C
1	$\psi_Q(t) \cos \omega_c t$	$\psi_I(t)$	$\psi_Q(t)$
2	$\psi_Q(t) \cos \omega_c t$	$\psi_Q(t)$	$\psi_I(t)$
3	$\psi_Q(t) \tan \omega_c t$	$\psi_I(t)$	$\psi_Q(t)$
4	$\psi_Q(t) \sin \omega_c t$	$\psi_I(t)$	$\psi_Q(t)$
5	$\psi_Q(t) \sin \omega_c t$	$\psi_Q(t)$	$\psi_I(t)$

A－3 次の記述は、我が国の中波放送における同期放送 (精密同一周波放送) 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 同期放送では、相互に同期放送の関係にある基幹放送局の地表波対地表波の混信を考慮する必要がある。
- 2 同期放送の混信保護比を満足しない場所において、相互に同期放送の関係にある基幹放送局の被変調波に位相差があると、合成された被変調波の波形が歪んだり、受信機の検波器の特性による歪を発生し易くなり、サービス低下の原因となる。
- 3 相互に同期放送の関係にある基幹放送局の電波が受信できる地点の合成電界によるフェージングの繰り返しは、受信機の自動利得調整 (AGC) 機能や受信機のバーアンテナ等の指向性によって所定の混信保護比を満たすことにより、その改善が期待できる。
- 4 同期放送の要件として、相互に同期放送の関係にある基幹放送局は、同時に同一の番組を放送するものであって、相互に同期放送の関係にある基幹放送局の搬送周波数の差 (Δf) が 1 [kHz] を超えて変わらないものであること。
- 5 同期放送を行うことによりカーラジオ等の移動体に対するサービス改善が図れる。

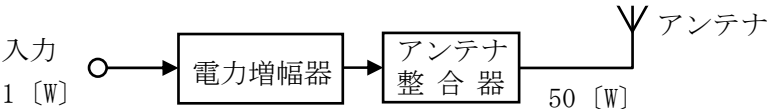
A－4 次の記述は、BPSK 等のデジタル変調方式におけるシンボルレートとビットレート (データ伝送速度) との原理的な関係について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、シンボルレートは、1 秒当たりの変調回数 (単位は [sps]) を表す。

- (1) BPSK (2PSK) では、シンボルレートが 5 [Msps] のとき、ビットレートは、□ A □ [Mbps] である。
- (2) 8PSK では、シンボルレートが 5 [Msps] のとき、ビットレートは、□ B □ [Mbps] である。
- (3) 256QAM では、ビットレートが 48 [Mbps] のとき、シンボルレートは、□ C □ [Msps] である。

	A	B	C
1	10	20	6
2	10	20	2
3	5	20	8
4	5	15	8
5	5	15	6

A－5 図に示す送信設備の終段部の構成において、1 [W] の入力電力を加えて、電力増幅器及びアンテナ整合器を通した出力を 50 [W] とするとき、電力増幅器の利得として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ整合器の挿入損失を 1 [dB] とし、 $\log_{10} 2 = 0.3$ とする。

- 1 12 [dB]
- 2 14 [dB]
- 3 16 [dB]
- 4 18 [dB]
- 5 20 [dB]



A-6 次の記述は、2 相位相変調(BPSK)の復調器に用いられる基準搬送波再生回路の原理について述べたものである。□ 内に入るべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

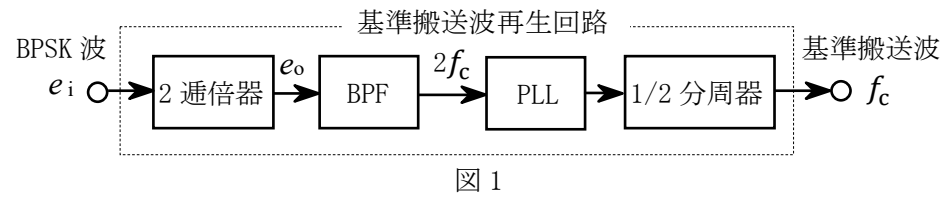
- (1) 図 1 において、入力 of BPSK 波 e_i は、式①で表され、図 2(a)に示すように位相が 0 又は π [rad] のいずれかの値をとる。ただし、 e_i の振幅を 1 [V]、搬送波の周波数を f_c [Hz] とする。また、2 値符号 s は “0” 又は “1” の値をとり、搬送波と同期しているものとする。

$$e_i = \cos(2\pi f_c t + \pi s) \text{ [V]} \text{ ----- ①}$$

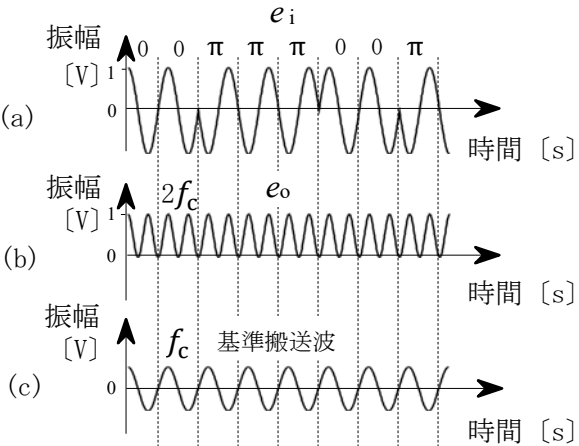
- (2) e_i を二乗特性を有するダイオードなどを用いた 2 通倍器に入力すると、その出力 e_o は、式②で表される。ただし、2 通倍器の利得は 1 とする。

$$e_o = \cos^2(2\pi f_c t + \pi s) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \text{□ A} \text{ [V]} \text{ ----- ②}$$

- 式②の右辺の位相項は、 s の値によって 0 又は □ B の値をとるので、式②は、図 2(b)に示すような波形を表し、 $2 f_c$ [Hz] の成分を含む信号が得られる。
- (3) 2 通倍器の出力には、 $2 f_c$ [Hz] の成分以外に雑音成分が含まれているので、通過帯域幅が非常に □ C フィルタ (BPF) で $2 f_c$ [Hz] の成分のみを取り出し、位相同期ループ (PLL) で位相安定化後、その出力を 1/2 分周器で分周して図 2(c)に示すような周波数 f_c [Hz] の基準搬送波を再生する。



A	B	C
1 $\cos(4\pi f_c t + 2\pi s)$	2π	狭い
2 $\cos(2\pi f_c t + 2\pi s)$	2π	広い
3 $\cos(4\pi f_c t + \pi s)$	π	狭い
4 $\sin(4\pi f_c t + 2\pi s)$	2π	狭い
5 $\sin(4\pi f_c t + \pi s)$	π	広い



A-7 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) ディエンファシス回路は、送信側で強調された信号の □ A 周波数成分を抑圧して平坦な周波数特性に戻し、信号対雑音比 (S/N) を改善する。
- (2) スケルチ回路は、受信機入力の信号が □ B なとき、大きな雑音が一瞬から出力されるのを防ぐ動作を行う。
- (3) 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 □ C の変動が、ひずみや雑音として復調されるのを防ぐ動作を行う。

	A	B	C
1	高域	無い又は微弱	位相
2	高域	無い又は微弱	振幅
3	低域	無い又は微弱	位相
4	低域	過大	振幅
5	低域	過大	位相

A-8 次の記述は、AM (A3E) スーパーヘテロダイン受信機において生ずることのある現象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) 寄生振動は、発振器又は増幅器において、目的とする周波数と特定の関係が □ A 周波数で発振する現象である。
- (2) 混変調妨害は、受信機に希望波と同時に異なる周波数の高いレベルの妨害波が混入すると、受信機 of 非直線動作のため、妨害波の □ B によって、希望波が変調を受け、受信機出力に現れる現象である。
- (3) 相互変調妨害は、受信機に複数の電波が入力されたとき、回路 of 非直線動作によって各電波の周波数の整数倍の成分の □ C の成分が発生し、これらが希望周波数又は中間周波数と一致したときに生ずる現象である。

	A	B	C
1	ない	高調波	和又は差
2	ない	変調信号	積
3	ない	変調信号	和又は差
4	ある	変調信号	積
5	ある	高調波	和又は差

A-9 次の記述は、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) 雑音制限感度は、受信機の出力側において、□ A □ を得るためにどの程度まで、より □ B □ 電波を受信できるか、その能力を表すものである。

(2) 2つの受信機の総合利得が等しいとき、それぞれの出力信号中に含まれる内部雑音の □ C □ ほうが雑音制限感度が良い。
- | A | B | C |
|----------------------------|----|-----|
| 1 規定の信号対雑音比(S/N)の下で規定の信号出力 | 強い | 大きい |
| 2 規定の信号対雑音比(S/N)の下で規定の信号出力 | 弱い | 小さい |
| 3 利得を最大にした状態で規定の信号出力 | 弱い | 小さい |
| 4 利得を最大にした状態で規定の信号出力 | 強い | 大きい |
| 5 利得を最大にした状態で規定の信号出力 | 弱い | 大きい |

A-10 電源に用いるコンバータ及びインバータ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 コンバータには、入出力間の絶縁ができる絶縁型と、入出力間の絶縁ができない非絶縁型とがある。

2 DC-DC コンバータは、直流 24 [V] で動作する機器を 12 [V] のバッテリーで駆動するような場合に使用できる。

3 インバータは、直流電圧を交流電圧に変換する。

4 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できない。

5 インバータの電力制御素子として、主に IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) や MOS-FET などのトランジスタ及びサイリスタが用いられている。

A-11 電源の負荷電流と出力電圧の関係がグラフのように表されるとき、この電源の電圧変動率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、定格電流を 5 [A] とする。

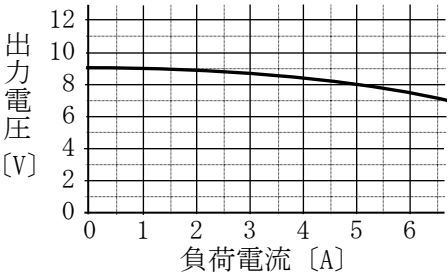
- 1 12.5 [%]

2 11.3 [%]

3 10.5 [%]

4 9.3 [%]

5 8.3 [%]



A-12 次の記述は、レーダー方程式のパラメータを変えて最大探知距離を 2 倍にする方法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、最大探知距離は、レーダー方程式のみで決まるものとし、最小受信電力は、信号の探知限界の電力とする。また、アンテナは送受共用であり、送信利得と受信利得は同じとする。

- 1 送信電力を 4 倍にし、アンテナの利得を 4 倍にする。

2 送信電力を 16 倍にする。

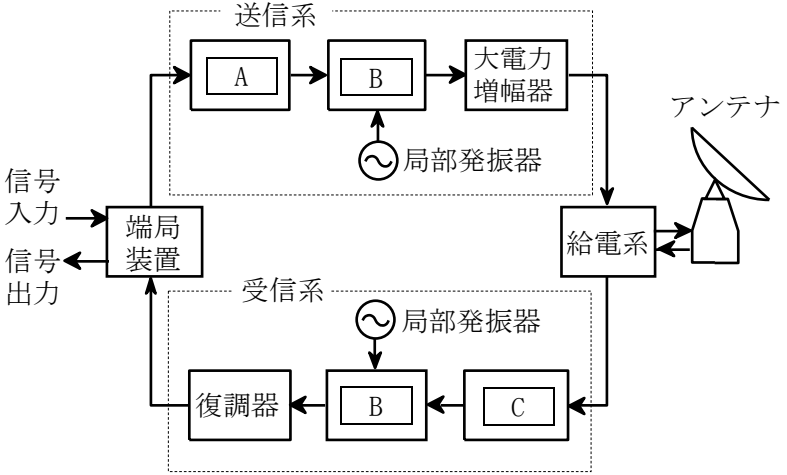
3 最小受信電力が 1/16 の受信機を用いる。

4 アンテナの利得を 4 倍にする。

5 物標の有効反射断面積を 16 倍にする。

A-13 図は、衛星通信に用いる地球局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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

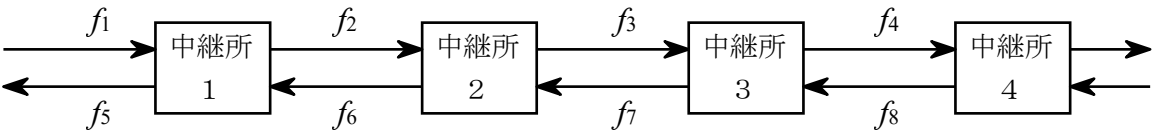
- | A | B | C |
|----------|---------|--------|
| 1 変調器 | A-D 変換器 | 低周波増幅器 |
| 2 変調器 | 周波数混合器 | 低雑音増幅器 |
| 3 低周波発振器 | 周波数混合器 | 低周波増幅器 |
| 4 低周波発振器 | A-D 変換器 | 低雑音増幅器 |
| 5 周波数混合器 | 変調器 | 低周波発振器 |



A-14 次の記述は、無線伝送路の雑音やひずみ、マルチパス・混信などにより発生するデジタル伝送符号の誤り訂正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。

- 1 誤りが発生した場合の誤り制御方式を大別すると、ARQ 方式と FEC 方式に分けられる。
- 2 FEC 方式に用いられる誤り訂正符号を大別すると、ブロック符号と畳み込み符号に分けられる。
- 3 ブロック符号と畳み込み符号を組み合わせた誤り訂正符号は、雑音やマルチパスの影響を受け易い伝送路で用いられる。
- 4 一般に、リードソロモン符号はデータ伝送中のビット列における集中的な誤り（バースト性の誤り）に強い方式であり、バースト誤り訂正符号に分類される。また、ビタビ復号法を用いる畳み込み符号はランダム誤り訂正符号に分類される。
- 5 ARQ 方式は、送信側で冗長符号を付加することにより受信側で誤り訂正が可能となる誤り制御方式である。

A-15 次の記述は、図に示すマイクロ波通信における 2 周波中継方式の一般的な送信及び受信周波数の配置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) 中継所 1 が送信する f_2 と中継所 2 が受信する f_1 は、□ A □ 周波数である。
- (2) 中継所 2 が中継所 1 と中継所 3 に対して送信する f_6 と f_3 は、□ B □ 周波数である。
- (3) 中継所 1 の送信する f_2 が、□ C □ の受信波に干渉するオーバーリーチの可能性がある。

	A	B	C
1	異なる	同じ	中継所 4
2	異なる	同じ	中継所 3
3	異なる	異なる	中継所 3
4	同じ	同じ	中継所 4
5	同じ	異なる	中継所 4

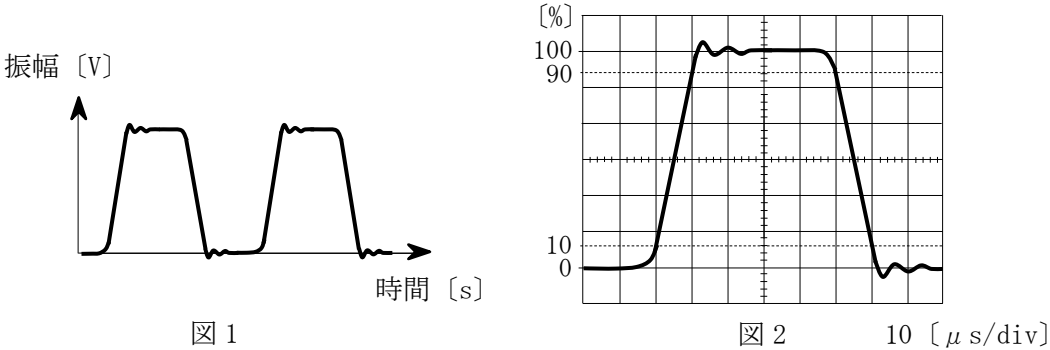
A-16 次の記述は、アナログ移動通信方式と比較したときのデジタル移動通信方式の特徴について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 雑音や干渉に強く、場合によっては □ A □ で誤りの訂正ができる。
このことは、同一周波数を互いに地理的に離れた場所で繰り返し使用する度合いを高めることに有効であり、周波数の有効利用につながる。
- (2) 一つの伝送路で、複数の情報を時間的に多重化 □ B □ 。
- (3) 通信の秘匿や認証などのセキュリティの確保が □ C □ となる。

	A	B	C
1	受信側	できる	容易
2	受信側	できない	容易
3	受信側	できる	困難
4	送信側	できる	困難
5	送信側	できない	容易

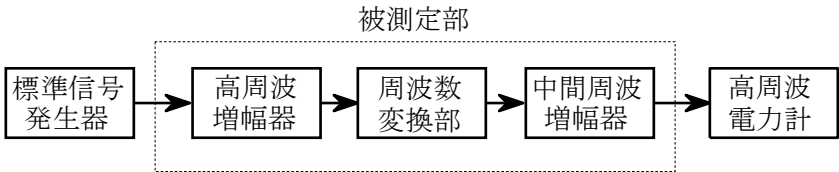
A-17 図 1 に示すパルス信号をオシロスコープに表示したところ、図 2 に示す波形が観測された。一般に、このパルスのパルス幅の測定値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、水平軸の一目盛りあたりの掃引時間を 10 [μs] とする。

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



A-18 図に示す受信機の雑音指数の測定の構成例において、高周波電力計で中間周波増幅器の有能雑音出力電力を測定したところ、-27 [dBm] であった。このときの被測定部の雑音指数の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、高周波増幅器の有能雑音入力電力を -100 [dBm]、被測定部の有能利得を 70 [dB] とする。また、1 [mW] を 0 [dBm] とする。

- 1 1 [dB]
- 2 2 [dB]
- 3 3 [dB]
- 4 4 [dB]
- 5 5 [dB]

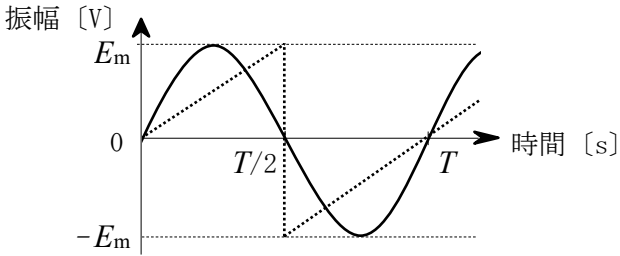


A-19 次の記述は、デジタル方式のオシロスコープについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 入力波形を A/D 変換によりデジタル信号にしてメモリに順次記録し、そのデータを D/A 変換により再びアナログ値に変換して入力された波形と同じ波形を観測する。
- 2 単発現象でも、メモリに記録した波形情報を読み出すことによって静止波形として観測できる。
- 3 単発性のパルスなど周期性のない波形に対しては、等価時間サンプリングを用いて観測できる。
- 4 アナログ方式による観測に比べ、観測データの解析や処理が容易に行える。
- 5 標本化定理によれば、直接観測することが可能な周波数の上限はサンプリング周波数の 1/2 までである。

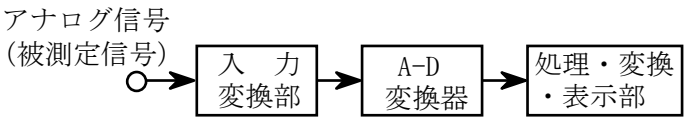
A-20 図に示す波高値 E_m と周期 T がそれぞれ等しい「のこぎり波」(点線表示)と「正弦波」(実線表示)がある。真の実効値を指示する電圧計で「のこぎり波」(点線表示)を測定したところ、指示値は 1 [V] であった。次に同じ電圧計で「正弦波」(実線表示)を測定したときの予想される指示値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、「のこぎり波」の実効値は、 $E_m/\sqrt{3}$ [V] である。また、電圧計の誤差はないものとする。

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



B-1 次の記述は、図に示すデジタルマルチメータ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を下の番号から選べ。

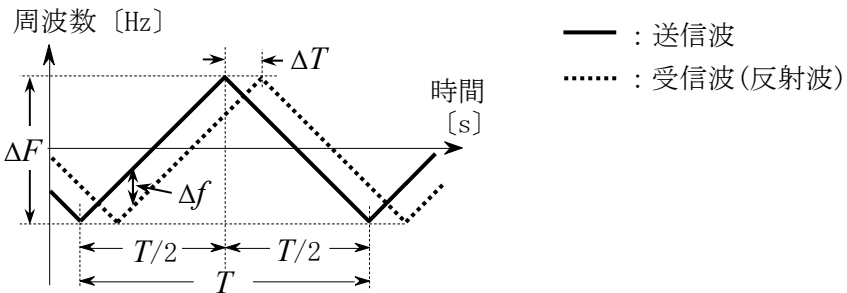
- (1) 入力変換部は、アナログ信号(被測定信号)を増幅するとともに □ ア □ に変換し、A-D 変換器に出力する。A-D 変換器で被測定信号(入力量)と基準量とを比較して得たデジタル出力は、処理・変換・表示部において処理し、測定結果として表示される。
- (2) A-D 変換器における被測定信号(入力量)と基準量との比較方式には、直接比較方式と間接比較方式がある。
- (3) 直接比較方式は、入力量と基準量とを □ イ □ と呼ばれる回路で直接比較する方式であり、間接比較方式は、入力量を □ ウ □ してその波形の □ エ □ を利用する方式である。高速な測定に適するのは、□ オ □ 比較方式である。



- | | | | | |
|--------|----------|------|-------|-------|
| 1 直流電圧 | 2 コンパレータ | 3 微分 | 4 ひずみ | 5 直接 |
| 6 交流電圧 | 7 ミクサ | 8 積分 | 9 傾き | 10 間接 |

B-2 次の記述は、対地高度計として航空機に搭載されている FM-CW レーダー(電波高度計)の原理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) 図に示す三角波で周波数変調された電波を真下の地面/海面に送信波として発射し、その反射波である受信波と送信波の周波数差 Δf [Hz] から地面/海面までの距離を測定するものである。三角波の周期を T [s]、送信波の周波数偏移幅を ΔF [Hz] とすれば、送信周波数の時間当たりの変化率は、□ ア □ で表される。
- (2) Δf は、(1) で表される変化率と送信された電波が受信されるまでの時間 ΔT を用いて □ イ □ で表される。
- (3) 地面/海面までの距離を h [m]、電波の伝搬速度を c [m/s] とすれば、 ΔT は、□ ウ □ で表される。
- (4) (2) で表される Δf に、(3) で表される ΔT を代入すると Δf は、□ エ □ で表される。
- (5) よって、対地高度である地面/海面までの距離 h は、(4) から □ オ □ として求めることができる。



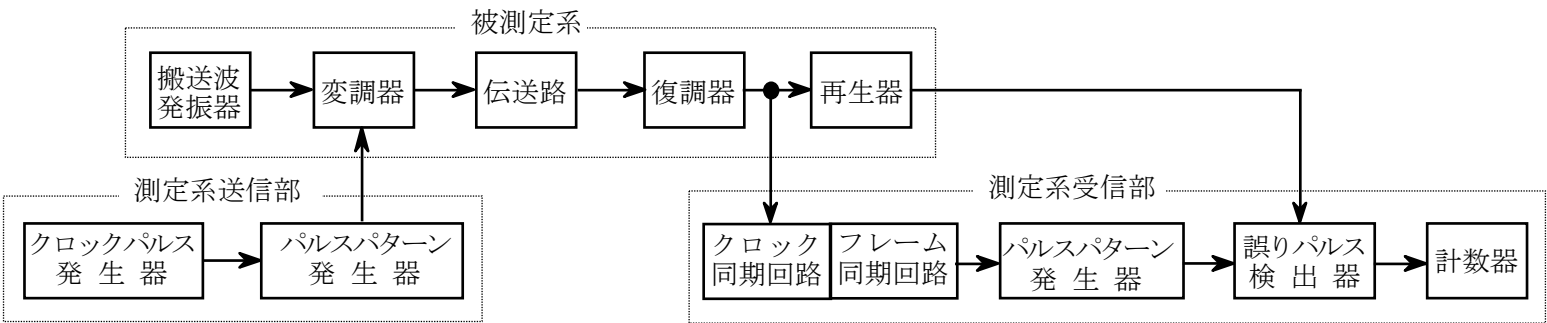
- | | | | | |
|------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------------|
| 1 $\Delta F/T$ [Hz/s] | 2 $(\Delta F/T)\Delta T$ [Hz] | 3 $2h/c$ [s] | 4 $4\Delta F h/(cT)$ [Hz] | 5 $cT\Delta f/(2\Delta F)$ [m] |
| 6 $2\Delta F/T$ [Hz/s] | 7 $(2\Delta F/T)\Delta T$ [Hz] | 8 h/c [s] | 9 $2\Delta F h/(cT)$ [Hz] | 10 $cT\Delta f/(4\Delta F)$ [m] |

B-3 次の記述は、スペクトル拡散(SS)通信方式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 直接拡散方式は、一例として、デジタル信号を擬似雑音符号により広帯域信号に変換した信号で搬送波を変調する。受信時における狭帯域の妨害波は、受信側で拡散されるので混信妨害を受けにくい。
- イ 周波数ホッピング方式は、搬送波周波数を擬似雑音符号によって定められた順序で時間的に切り換えることにより、スペクトラムを拡散する。
- ウ 周波数ホッピング方式は、狭帯域の妨害波により搬送波が妨害を受けても、搬送波がすぐに他の周波数に切り換わるため、混信妨害を受けにくい。
- エ 直接拡散方式は、送信側で用いた擬似雑音符号と異なる符号でしか復調(逆拡散)できないため秘話性が高い。
- オ 通信チャネルごとに異なる擬似雑音符号を用いる多元接続方式は、TDMA 方式と呼ばれる。

B-4 次の記述は、図に示すデジタル通信回線のビット誤り率(BER)測定系の構成例において、被測定系の変調器と復調器が離れて設置されている場合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) 測定系送信部は、クロックパルス発生器からのパルスにより制御されたパルスパターン発生器の出力を、被測定系の変調器に加える。測定に用いるパルスパターンとしては、実際のデジタル信号が通過する変調器、□ア□及び復調器の応答特性が伝送周波数帯全域で測定でき、かつ遠隔地でも再現可能なように □イ□パターンを用いる。
- (2) 測定系受信部は、測定系送信部と同じパルスパターン発生器を持ち、被測定系の復調器出力の □ウ□から抽出したクロックパルス及びフレームパルスと □エ□パルス列を出力する。誤りパルス検出器は、このパルス列と被測定系の再生器出力のパルス列とを比較し、各パルスの極性の □オ□を検出して計数器に送り、ビット誤り率を測定する。



- | | | | | | | | | | |
|---|------------|---|--------|---|--------|---|------|----|---------|
| 1 | パルスパターン発生器 | 2 | 擬似ランダム | 3 | 副搬送波 | 4 | 非同期の | 5 | 一致又は不一致 |
| 6 | 伝送路 | 7 | ランダム | 8 | 受信パルス列 | 9 | 同期した | 10 | 有無 |

B-5 次の記述は、スーパー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。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 近接周波数による混信妨害は、妨害波の周波数が □ア□ に近接しているとき生ずるので、通常、□イ□ の選択度を向上させるなどにより軽減する。
- (2) 影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から中間周波数の □ウ□ 倍の周波数だけ離れた周波数になるときに生ずるので、高周波増幅器の □エ□ させるなどにより軽減する。
- (3) 相互変調及び混変調による混信妨害は、高周波増幅器などが入出力特性の非直線範囲で動作するときに生ずるので、受信機の入力レベルを □オ□ などにより軽減する。

- | | | | | | | | | | |
|---|---------|---|---------|---|---|---|--------|----|-----|
| 1 | 受信周波数 | 2 | 高周波増幅器 | 3 | 2 | 4 | 選択度を向上 | 5 | 上げる |
| 6 | 局部発振周波数 | 7 | 中間周波増幅器 | 8 | 3 | 9 | 増幅度を増加 | 10 | 下げる |