

GA907

## 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、デジタル位相変調方式を用いた QPSK(4PSK) 及び BPSK(2PSK) 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  | C   |
| (1) 一般に QPSK は、変調信号に対して、□ A □ [rad] の間隔で搬送波の位相を割り当てる。                   | 1 $\pi / 4$ | 加算 | 小さい |
| (2) QPSK 波は、二つの直交する BPSK 波を □ B □ することによって得られる。                         | 2 $\pi / 4$ | 乗算 | 大きい |
| (3) 同じ符号誤り率を達成するための搬送波電力対雑音電力比(所要 C/N)は、理論的に BPSK に比べて QPSK の方が □ C □ 。 | 3 $\pi / 2$ | 加算 | 小さい |
|   | 4 $\pi / 2$ | 乗算 | 小さい |
|   | 5 $\pi / 2$ | 加算 | 大きい |

A - 2 次の記述は、周波数変調波の占有周波数帯幅の計算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。

- (1) 単一正弦波で変調された周波数変調波のスペクトルは、搬送波を中心にその上下に変調信号の周波数間隔で無限に現れる。その振幅は、第 1 種ベッセル関数を用いて表され、全放射電力  $P_t$  は次式で表される。ただし、無変調時の搬送波の平均電力を  $P_c$  [W] とし、 $m$  は変調指数とする。

$$P_t = P_c J_0^2(m) + 2P_c \{ J_1^2(m) + J_2^2(m) + J_3^2(m) + \dots \}$$

$$= P_c J_0^2(m) + 2P_c \sum_{n=1}^{\infty} J_n^2(m) \quad [\text{W}]$$

- (2) 周波数変調波は、振幅が一定で、その電力は変調の有無にかかわらず一定であり、次式の関係が成り立つ。

$$J_0^2(m) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} J_n^2(m) = \square A \square$$

したがって、 $n = k$  番目の上下側帯波までの周波数帯幅に含まれる平均電力の  $P_t$  に対する比  $\alpha$  は、次式より求められる。

$$\alpha = \square B \square$$

- (3) 我が国では、占有周波数帯幅を定める  $\alpha$  の値は □ C □ と規定されている。

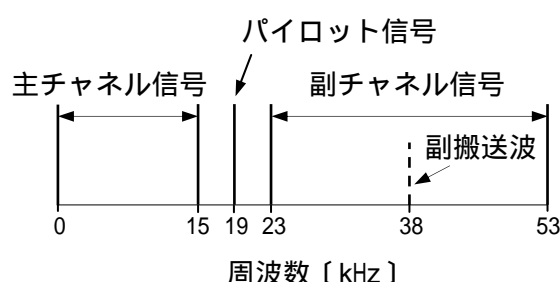
	A	B	C
1	1	$J_0^2(m) + 2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.99
2	1	$J_0^2(m) + 2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.90
3	1	$2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.99
4	2	$2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.90
5	2	$J_0^2(m) + 2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.99

A - 3 AM(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振幅変調したとき、出力の平均電力が 132 [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 60 [%]      2 65 [%]      3 70 [%]      4 75 [%]      5 80 [%]

A - 4 次の記述は、図に示す我が国の FM 放送(アナログ超短波放送)における主搬送波を変調するステレオ複合(コンボジット)信号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。

- (1) 左チャンネル信号及び右チャンネル信号から和信号及び差信号を作り、その内の和信号を主チャンネル信号として、0~15 [kHz] の帯域で伝送する。副チャンネル信号としては、38 [kHz] の副搬送波を差信号で □ A □ 変調し、23~53 [kHz] の帯域で伝送する。なお、その副搬送波は、抑圧するものである。
- (2) 19 [kHz] のパイロット信号は、受信側で副チャンネル信号を復調するときに必要な □ B □ を作るために付加する。
- (3) 「主搬送波の最大周波数偏移」は  $\pm 75$  [kHz] である。パイロット信号による主搬送波の周波数偏移は「主搬送波の最大周波数偏移」の 10 [%] である。また、主チャンネル信号及び副チャンネル信号による主搬送波の周波数偏移の最大値は、それぞれ「主搬送波の最大周波数偏移」の □ C □ である。



	A	B	C
1	振幅	副搬送波	45 [%]
2	振幅	主搬送波	15 [%]
3	角度	副搬送波	45 [%]
4	角度	主搬送波	15 [%]
5	角度	副搬送波	30 [%]

A - 5 次の記述は、デジタル信号の復調(検波)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) 一般に、搬送波電力対雑音電力比(C/N)が同じとき、理論上では同期検波は遅延検波に比べ、符号誤り率が □ A □ 。
- (2) 同期検波は、受信信号から再生した □ B □ を基準信号として用いる。
- (3) 遅延検波は、1 シンボル □ C □ の変調されている搬送波を基準信号として位相差を検出する方式である。

	A	B	C
1	小さい	搬送波	後
2	小さい	搬送波	前
3	大きい	包絡線	後
4	大きい	搬送波	後
5	大きい	包絡線	前

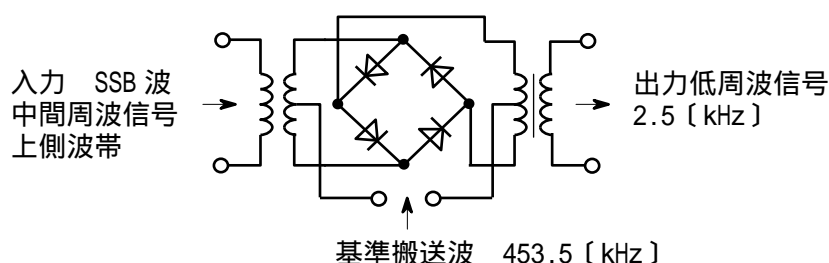
A - 6 振幅変調波を二乗検波し、低域フィルタ(LPF)を通したときの出力電流  $i_a$  の高調波ひずみ率の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $i_a$  は次式で表されるものとし、 $a$  を比例定数、搬送波の振幅を  $E$  [V]、変調信号の角周波数を  $p$  [rad/s] とする。また、変調度  $m \times 100$  [%] の値を 80 [%] とする。

$$i_a = \frac{aE^2}{2} \left( 1 + \frac{m^2}{2} + 2m \sin pt - \frac{m^2}{2} \cos 2pt \right)$$

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

A - 7 図に示すリング復調回路に 2.5 [kHz] の低周波信号で変調された SSB(J3E) 波を中間周波信号に変換して入力したとき、出力成分中に原信号である低周波信号 2.5 [kHz] が得られた。このとき、入力 SSB 波の中間周波信号の周波数として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、基準搬送波は 453.5 [kHz] とし、SSB 波は、上側波帯を用いているものとする。

- 1 451.5 [kHz]  
2 455.0 [kHz]  
3 455.5 [kHz]  
4 456.0 [kHz]  
5 457.5 [kHz]



A - 8 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	利得を最大にした状態で規定の信号出力	弱い	小さい
2	利得を最大にした状態で規定の信号出力	強い	大きい
3	利得を最大にした状態で規定の信号出力	弱い	大きい
4	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
5	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

A - 9 次の記述は、FM(F3E)受信機のスケルチ回路として用いられているノイズスケルチ方式及びキャリアスケルチ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 ノイズスケルチ方式は、スケルチが動きはじめる動作点を弱電界に設定できるため、スケルチ動作点を通話可能限界点にほぼ一致させることができる。
- 2 ノイズスケルチ方式は、音声信号の過変調による誤動作が生じやすい。
- 3 ノイズスケルチ方式は、周波数弁別器出力の音声帯域内の音声を整流して得た電圧を制御信号として使用する。
- 4 キャリアスケルチ方式は、都市雑音などの影響により、スケルチ動作点を適正なレベルに維持することが難しい。
- 5 キャリアスケルチ方式は、強電界におけるスケルチに適しており、音声信号による誤動作が少ない。

A - 10 次の記述は、無停電電源装置用蓄電池の浮動充電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) 整流装置に蓄電池と負荷とを □ A □ に接続し、蓄電池には自己放電を補う程度の電流で常に充電を行う。
- (2) 通常の使用状態では、負荷には □ B □ から電力が供給される。
- (3) □ C □ は、電圧変動を吸収する役目をする。

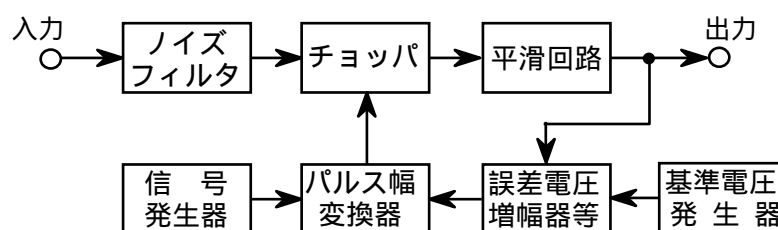
	A	B	C
1	並列	整流装置	負荷
2	並列	蓄電池	負荷
3	並列	整流装置	蓄電池
4	直列	整流装置	負荷
5	直列	蓄電池	蓄電池

A - 11 次の記述は、図に示すチョッパ方式の PWM(パルス幅変調)制御型 DC-DC コンバ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) 「パルス幅変換器」の出力の繰返し周期は、「□ A □」出力の繰返し周期によって決まる。
- (2) 「パルス幅変換器」は、「誤差電圧増幅器等」の出力電圧に応じた □ B □ 変調波を出力する。
- (3) 「チョッパ」は、「パルス幅変換器」の出力に応じて平滑回路を流れる電流の □ C □ 時間を制御する。

A	B	C
1 信号発生器	パルス振幅	立上がり
2 信号発生器	パルス幅	導通
3 信号発生器	パルス振幅	導通
4 誤差電圧増幅器等	パルス幅	立上がり
5 誤差電圧増幅器等	パルス振幅	導通



A - 12 次の記述は、VOR(超短波全方向式無線標識)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) 水平偏波の 108 ~ 118 [MHz] の電波を用いた短距離航行用の地上施設であり、航空機に対して VOR からの磁方位及び □ A □ を示す。
- (2) 全方位にわたって位相が一定の 30 [Hz] の基準位相信号を含んだ電波と、方位により位相が変化する □ B □ [Hz] の可変位相信号を含んだ電波を同時に発射している。
- (3) VOR は、ドプラ VOR(DVOR)と標準 VOR(CVOR)に分類され、DVOR は、基準位相信号を □ C □ で発射し、可変位相信号はドプラ偏移を利用した等価的な周波数変調波で発射している。

A	B	C
1 絶対方位	30	位相変調波
2 絶対方位	60	振幅変調波
3 相対方位	30	振幅変調波
4 相対方位	30	位相変調波
5 相対方位	60	位相変調波

A - 13 パルスレーダー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、アンテナから同じ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表すものとする。また、送信パルス幅は 1.2 [μs] とし、二つの物標からの反射波のレベルは同一とする。

- 1 45 [m]      2 90 [m]      3 120 [m]      4 160 [m]      5 180 [m]

A - 14 次の記述は、地上系マイクロ波多重回線の中継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 2 周波中継方式において、ラジオダクトによるオーバーリーチ干渉を避ける方法としては、中継ルートを直線的に設定して、アンテナのサイドローブを利用することが多い。
- 2 再生中継方式は、復調した信号から元の符号パルスを再生した後、再度変調して送信するため、波形ひずみ等が累積されない。
- 3 ヘテロダイン(非再生)中継方式は、送られてきた電波を受信してその周波数を中間周波数に変換して増幅した後、再度周波数変換を行い、これを所定レベルまで電力増幅して送信する方式であり、復調及び変調は行わない。
- 4 直接中継方式は、受信波を同一の周波数帯で増幅して送信する方式である。
- 5 直接中継を行うときは、自局内回込みによる干渉電力に対する希望波受信電力の比を規定値以上に確保しなければならない。

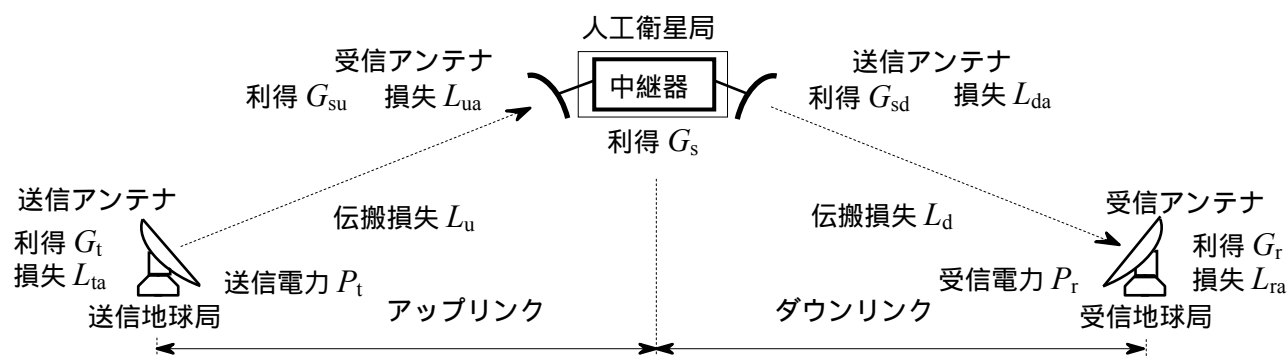
A - 15 次の記述は、アナログ移動通信方式と比較したときのデジタル移動通信方式の特徴について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (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) 同一の無線チャネル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 送信側	できる	困難
2 送信側	できない	容易
3 受信側	できる	容易
4 受信側	できない	容易
5 受信側	できる	困難

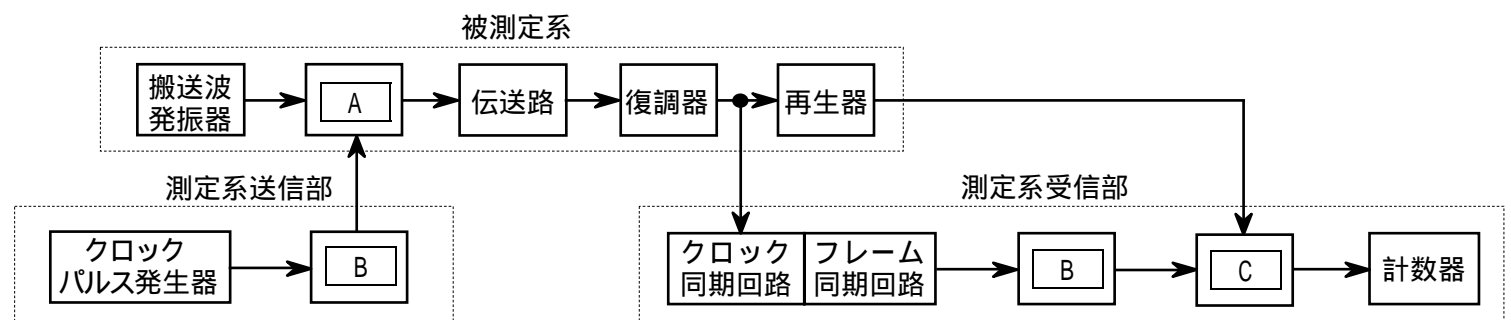
A - 16 図に示す衛星通信回線の構成例において、受信地球局の受信電力  $P_r$  を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。  
 ただし、回線は、以下のパラメータを有するものとする。また、送信地球局の送信電力  $P_t$  及び受信地球局の受信電力  $P_r$  は、それぞれ 1 [W] を 0 [dBW] とし、その他のパラメータは、全てデシベルを用いた正の値で表している。

- $P_t$  [dBW] : 送信地球局の送信電力  
 $G_t$  [dBi] : 送信地球局の送信アンテナの利得  
 $L_{ta}$  [dB] : 送信地球局の送信アンテナの給電損失、指向損失及び偏波不整合損失  
 $L_u$  [dB] : アップリンクの伝搬損失(自由空間損失、大気吸収損失及び降雨減衰損失を含む。)  
 $G_{su}$  [dBi] : 人工衛星局の受信アンテナの利得  
 $L_{ua}$  [dB] : 人工衛星局の受信アンテナの給電損失、指向損失及び偏波不整合損失  
 $G_s$  [dB] : 人工衛星局の中継器の利得  
 $G_{sd}$  [dBi] : 人工衛星局の送信アンテナの利得  
 $L_{da}$  [dB] : 人工衛星局の送信アンテナの給電損失、指向損失及び偏波不整合損失  
 $L_d$  [dB] : ダウンリンクの伝搬損失(自由空間損失、大気吸収損失及び降雨減衰損失を含む。)  
 $G_r$  [dBi] : 受信地球局の受信アンテナの利得  
 $L_{ra}$  [dB] : 受信地球局の受信アンテナの給電損失、指向損失及び偏波不整合損失



- 1  $P_r = (P_t + G_t - L_{ta} - L_u + G_{su} - L_{ua} + G_s + G_{sd} - L_{da} - L_d + G_r - L_{ra})$  [dBW]
- 2  $P_r = (P_t + G_t + L_{ta} + L_u + G_{su} + L_{ua} + G_s + G_{sd} + L_{da} + L_d + G_r + L_{ra})$  [dBW]
- 3  $P_r = (P_t + G_t - L_{ta} - L_u + G_{su} - L_{ua} + G_s + G_{sd} + L_{da} + L_d + G_r + L_{ra})$  [dBW]
- 4  $P_r = (P_t + G_t + L_{ta} + L_u + G_{su} + L_{ua} + G_s + G_{sd} - L_{da} - L_d + G_r - L_{ra})$  [dBW]
- 5  $P_r = (P_t + G_t + L_{ta} - L_u + G_{su} + L_{ua} + G_s + G_{sd} + L_{da} - L_d + G_r + L_{ra})$  [dBW]

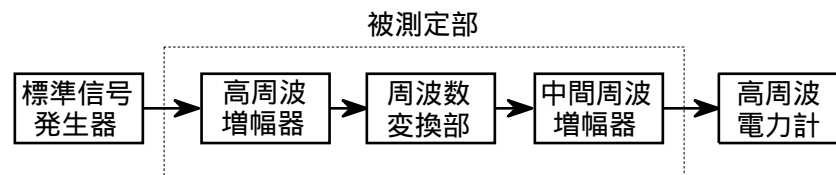
A - 17 図は、デジタル無線回線において被測定系の送信装置と受信装置が伝送路を介して離れている場合のビット誤り率測定の構成例を示したものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。



- | A       | B          | C        |
|---------|------------|----------|
| 1 位相検波器 | パルスパターン発生器 | 逆変調器     |
| 2 位相検波器 | 分周器        | 誤りパルス検出器 |
| 3 変調器   | パルスパターン発生器 | 逆変調器     |
| 4 変調器   | パルスパターン発生器 | 誤りパルス検出器 |
| 5 変調器   | 分周器        | 逆変調器     |

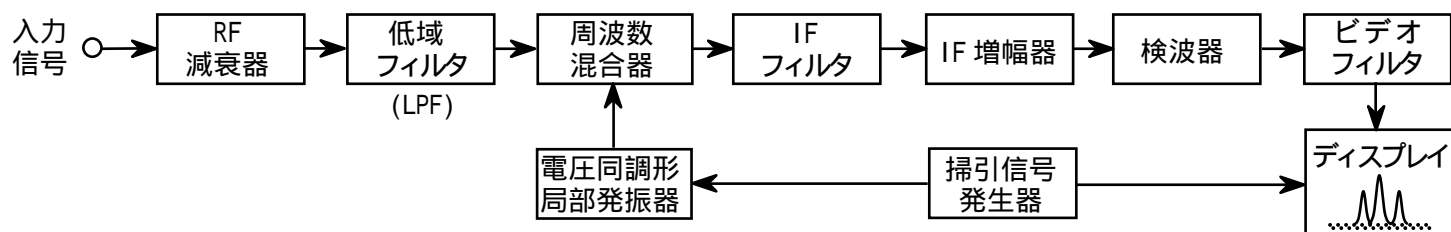
A - 18 図に示す受信機の雑音指数の測定の構成例において、高周波電力計で中間周波増幅器の有能雑音出力電力を測定したところ、 $-25$  [dBm] であった。このときの被測定部の雑音指数の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、高周波増幅器の有能雑音入力電力を  $-100$  [dBm]、被測定部の有能利得を  $70$  [dB] とする。また、 $1$  [mW] を  $0$  [dBm] とする。

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

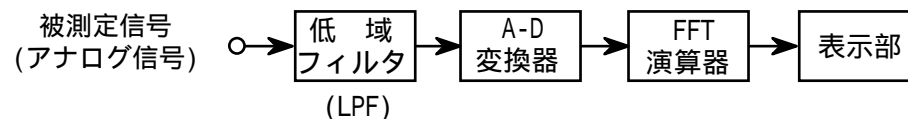


A - 19 次の記述は、図に示すスーパーヘテロダイン方式スペクトルアナライザの原理的な構成例について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 ディスプレイの垂直軸に入力信号の振幅を、また、水平軸に周波数を表示する。
- 2 電圧同調形局部発振器の出力の周波数は、掃引信号発生器が出力する信号の電圧に応じて変化する。
- 3 周期的な信号のスペクトル分布のほか、雑音のような連続的なスペクトル分布も観測できる。
- 4 周波数分解能を上げるには、IFフィルタの周波数帯域幅を広くする。
- 5 掃引信号発生器が出力する信号は、のこぎり波信号である。



A - 20 次の記述は、図に示す FFT アナライザの原理的な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 A-D 変換器は、低域フィルタ(LPF)を通過した被測定信号(アナログ信号)を A-D 変換してデジタルデータに置き換える。
- 2 A-D 変換器の出力であるデジタルデータは、FFT 演算器で演算処理(高速フーリエ変換(FFT))されて時間領域のデータに変換され表示部に表示される。
- 3 FFT アナライザは、被測定信号に含まれる周波数、振幅、位相の三要素をとらえることができる。
- 4 低域フィルタ(LPF)を通過した被測定信号(A-D 変換器の入力信号)を忠実に表示するためには、理論的に、A-D 変換器のサンプリング周波数を、被測定信号成分の最高周波数の 2 倍より高い周波数とする。
- 5 低域フィルタ(LPF)は、A-D 変換器においてサンプリング時に発生する可能性のあるエイリアシング(折返し)誤差を防止する。

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

B - 2 次の記述は、衛星通信に用いられる多元接続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) FDMA 方式は、複数の搬送波をその周波数帯域が互いに重ならないように □ ア □ 軸上に配置する方式である。
- (2) FDMA 方式において、個々の通信路がそれぞれ単一の回線で構成されるとき、これを □ イ □ という。
- (3) TDMA 方式は、□ ウ □ を分割して各地球局に割り当てる方式である。
- (4) TDMA 方式は、隣接する通信路間の衝突が生じないように □ エ □ を設ける。
- (5) CDMA 方式は、多数の地球局が中継器の同一の周波数帯域を □ オ □ に共用し、それぞれ独立に通信を行う。

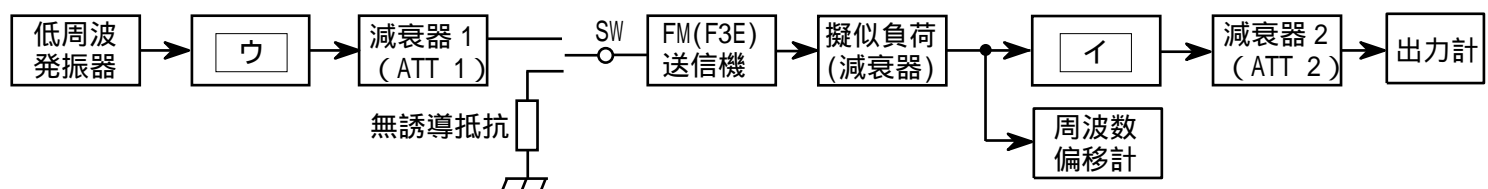
- |       |        |      |          |       |
|-------|--------|------|----------|-------|
| 1 周波数 | 2 MCPC | 3 位相 | 4 ガードタイム | 5 交互  |
| 6 振幅  | 7 SCPC | 8 時間 | 9 ガードバンド | 10 同時 |

B - 3 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。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。

- ア 誤りが発生した場合の誤り制御方式には、受信側からデータの再送を要求する FEC 方式がある。
- イ 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。
- ウ 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。
- エ 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。
- オ 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。

B - 4 次の記述は、図に示す構成例を用いた FM(F3E)送信機の信号対雑音比( $S/N$ )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、各機器間の整合はと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) スイッチ SW を □ 側に接続して送信機の入力端子を無誘導抵抗に接続し、送信機から □ ア □ を出力する。□ イ □ の出力を出力計の指示値が読み取れる値  $V[V]$  となるように減衰器 2(ATT2)を調整し、このときの ATT2 の読みを  $D_1[dB]$  とする。
- (2) 次に、SW を □ 側に接続し、低周波発振器から規定の変調信号(例えば 1[kHz])を □ ウ □ 及び減衰器 1(ATT1)を通して送信機に加え、周波数偏移が規定値になるように □ エ □ を調整する。
- (3) また、□ イ □ の出力が(1)と同じ  $V[V]$  となるように ATT2 を調整し、このときの ATT2 の読みを  $D_2[dB]$  とすれば、求める信号対雑音比( $S/N$ )は、□ オ □ [dB] である。



- |        |            |               |        |                |
|--------|------------|---------------|--------|----------------|
| 1 変調波  | 2 包絡線検波器   | 3 低域フィルタ(LPF) | 4 ATT1 | 5 $D_2 - D_1$  |
| 6 無変調波 | 7 FM 直線検波器 | 8 高域フィルタ(HPF) | 9 ATT2 | 10 $D_2 + D_1$ |

B - 5 次の記述は、SSB(J3E)通信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) SSB(J3E)通信方式は、□ ア □ の側波帯のみを伝送して、変調信号を受信側で再現させる方式である。
- (2) SSB(J3E)波の占有周波数帯幅は、変調信号が同じとき、AM(A3E)波のほぼ □ イ □ 。
- (3) SSB(J3E)波は、変調信号の □ ウ □ 放射される。
- (4) SSB(J3E)波は、AM(A3E)波に比べて選択性フェージングの影響を □ エ □ 。
- (5) SSB(J3E)波は、搬送波が □ オ □ されているため、他の SSB 波の混信時にビート妨害を生じない。

- |               |           |          |        |       |
|---------------|-----------|----------|--------|-------|
| 1 AM(A3E)波の二つ | 2 1/2 である | 3 有るときだけ | 4 受け易い | 5 抑圧  |
| 6 AM(A3E)波の一つ | 7 1/4 である | 8 無いときでも | 9 受け難い | 10 低減 |