

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、周波数変調（FM）無線電話送信機において、瞬時偏移制御（IDC）回路とともに用いられる低域フィルタ（スプラッタフィルタ）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) スプラッタフィルタは、変調器の □ A に設けられ、送信機の出力の □ B が規定値を超えないようにする。
 (2) IDC 回路でクリップされた変調信号に含まれる音声信号帯域より □ C 周波数成分を規定の減衰特性で減衰させる。

	A	B	C
1	前段	最大周波数偏移	高い
2	前段	振幅	高い
3	前段	振幅	低い
4	後段	振幅	高い
5	後段	最大周波数偏移	低い

A - 次の記述は、振幅変調（AM）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) $m = 0$ 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	$m^2/4$	0	1.25
2	$m^2/4$	1	1.5
3	$m^2/4$	0	1.5
4	$m^2/2$	0	2
5	$m^2/2$	1	1.5

A - 次の記述は、デジタル通信に用いられる 4 相位相変調（QPSK 又は 4PSK）波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) QPSK 波は、二つの直交する BPSK 波を □ することによって得られる。
 (2) 一般に、入力デジタルデータの □ B ビットを □ C [rad] の離散的な間隔を持つ搬送波の位相に割り当てる。

	A	B	C
1	掛け算	2	/2
2	掛け算	1	/4
3	加算	1	/4
4	加算	2	/2
5	加算	4	/2

A - 4-パヘテロダイン受信機の局部発振器の出力に高調波が含まれていると、スプリアス妨害が生ずることがある。このときのスプリアス妨害波の周波数として、誤っているものを下の番号から選べ。ただし、高調波は、第 2 高調波及び第 3 高調波とする。また、局部発振器の出力の基本周波数を $2,000$ [kHz] とし、中間周波数を 45 [kHz] とする。

- 1 $3,545$ [kHz] 2 $4,455$ [kHz] 3 $5,455$ [kHz] 4 $5,545$ [kHz] 5 $6,455$ [kHz]

A - 雑音指数が 4 (真数) の増幅器に信号対雑音比 S/N が 20 (真数) の信号を入力したときの出力の S/N の値 (真数) として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 5 2 10 3 16 4 40 5 80

- A - 6 図に示す SSB (J3E) 変調器において、帯域フィルタの入力及び出力の波形の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、変調信号は単一正弦波とし、ダイオード D_1 、 D_2 、 D_3 及び D_4 の特性は同じとする。

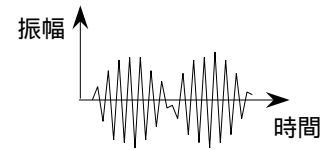
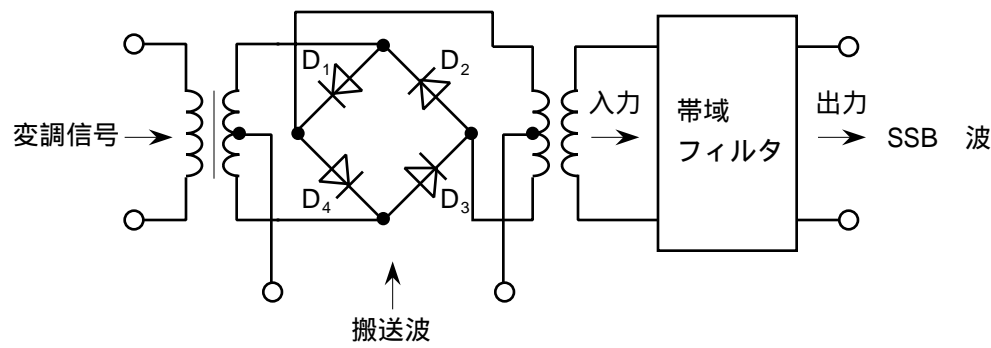


図 1

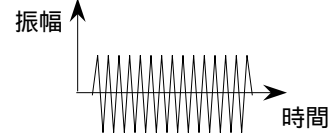


図 2

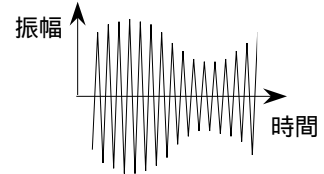
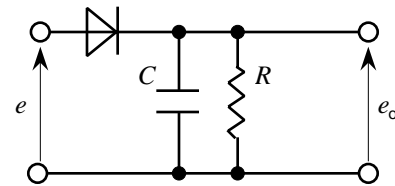


図 3

	入力	出力
1	図 1	図 2
2	図 1	図 3
3	図 2	図 1
4	図 3	図 1
5	図 3	図 2

- A - 7 図に示す直線検波回路に振幅変調 (AM) 波 $e = E(1 + m \cos pt) \cos t$ [V] を加えたとき、復調出力電圧 e_o [V] の振幅の実効値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、搬送波の振幅 E を 1.4 [V]、変調度 $m \times 100$ [%] の m を 0.6、検波効率を 0.9 とする。また、抵抗 [Ω] 及びコンデンサ C [F] の時定数 CR [s] は、搬送波の角周波数 [rad/s] 及び変調信号の角周波数 p [rad/s] と $1/(CR) = p$ の関係があるものとし、ダイオードは理想ダイオードとする。

- 1 0.54 [V]
- 2 0.66 [V]
- 3 0.76 [V]
- 4 0.93 [V]
- 5 1.48 [V]



- A - 8 次の記述は、BPSK (2PSK) 波の検波方式として用いられる同期検波及び遅延検波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) 同期検波は、BPSK 波と、BPSK 波から再生した □ を位相検波回路に入力して BPSK 波を検波する方式である。
- (2) 遅延検波は、BPSK 波と、BPSK 波を □ と同じ時間だけ遅延させたものを位相検波回路に入力して BPSK 波を検波する方式である。
- (3) 二つの検波方式のうち、□ C は他の検波方式に比べて回路が簡単になるが、入力信号に雑音などがあるとき、復調出力に符号誤りが生じやすい。

A	B	C
1 搬送波	搬送波の 1 周期	遅延検波
2 搬送波	一つのデジタル信号 (例えば、"0" 又は "1") が占める時間幅	遅延検波
3 搬送波	一つのデジタル信号 (例えば、"0" 又は "1") が占める時間幅	同期検波
4 パイロット信号	一つのデジタル信号 (例えば、"0" 又は "1") が占める時間幅	同期検波
5 パイロット信号	搬送波の 1 周期	同期検波

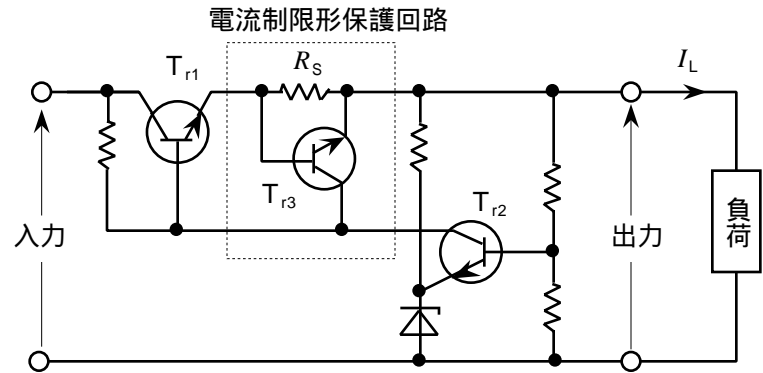
- A - 9 次の記述は、通信機器などに用いる直流安定化電源について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 電圧変動が大きいと、通信機器などの周波数、利得及び出力などの変動の原因になる。
- 2 電圧変動は、商用電源電圧の変動及び電池の放電特性による電圧の変動などによって生ずる。
- 3 電圧安定化方式の一つであるスイッチング方式には、チョッパ方式及びインバータ方式などがある。
- 4 電圧安定化方式の一つである線形方式には、直列制御方式及び並列制御方式がある。
- 5 線形方式は、スイッチング方式に比べ効率が良いが、リップル及び雑音が多い。

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。ただし、□ 内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 電流制限形保護回路は、トランジスタ T_{r3} 及び過電流検出用抵抗 R_s [] からなり、過負荷又は負荷が短絡したとき、トランジスタ □ A □ に過大な電流が流れないようにする。
- (2) 負荷電流 I_L [A] が過大な電流になると、 T_{r3} のコレクタ電流が □ B □ するため、□ A □ 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。

	A	B	C
1	T_{r1}	増加	減少
2	T_{r1}	減少	増加
3	T_{r1}	減少	減少
4	T_{r2}	減少	増加
5	T_{r2}	増加	減少



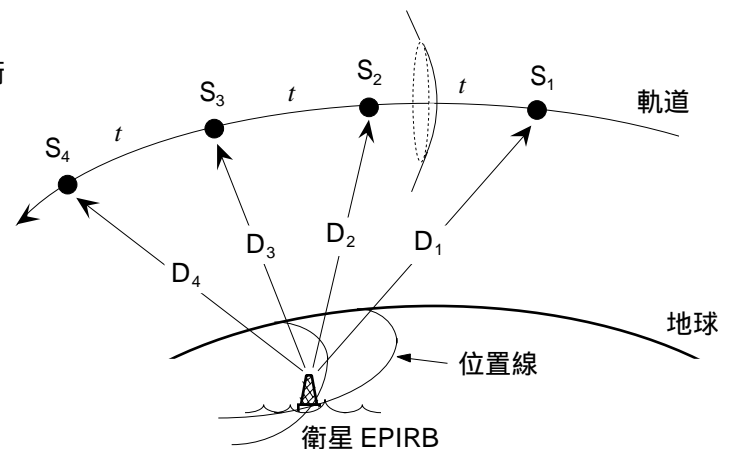
A - 11 次の記述は、パルスレーダーの距離分解能について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 距離分解能は、レーダーアンテナから □ A □ 粒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、送信パルス幅が狭いほど向上する。
- (2) 送信パルス幅が 0.8 [μs] のときの距離分解能は、□ B □ [m] である。ただし、二つの物標からの反射波のレベルは同一とする。

	A	B
1	異なる	6
2	異なる	12
3	異なる	24
4	同じ	12
5	同じ	24

A - 12 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 コスパス・サーサット衛星は、極軌道を周回するため、衛星EPIRB に対し、真上を通過するときを除き相対速度を持つ。
- 2 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。
- 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 [s] 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 D 及び D_2 の差 $D_1 - D$ [m] が求められる。
- 5 S_1 及び S_2 から衛星EPIRB までの距離差 $D - D_1$ が一定な点の集合は、 S_1 及び S_2 を焦点とする楕円面になり、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 - 13 次の記述は、海上安全情報（MSI）を放送するシステム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。

- 国際ナブテックスは、気象警報及び航行警報などの海上安全情報を狭帯域直接印刷電信（NBDP）を用いて提供し、サービス範囲は、日本沿岸約 □ A 海里以内の海域である。
- 国際ナブテックスの放送海域より外の海域において、インマルサット衛星のカバレッジ内（北緯 70 度から南緯 70 度の範囲）では、インマルサット衛星からのナブテックス形式の放送を □ B 受信機により受信することができる。また、インマルサット衛星のカバレッジ外（南極及び北極周辺の海域）では、□ C 帯の J2B 電波により行われているナブテックス形式の放送を利用することができる。

	A	B	C
1	300	デジタル選択呼出し（DSC）	VHF
2	300	デジタル選択呼出し（DSC）	HF
3	300	高機能グループ呼出し（EGC）	HF
4	600	高機能グループ呼出し（EGC）	VHF
5	600	デジタル選択呼出し（DSC）	HF

A - 14 次の記述は、搬送波零位法による周波数変調（FM）波の周波数偏移の測定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。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- FM 波の搬送波及び各側帯波の振幅は、変調指数 m_f を変数（偏角）とするベッセル関数を用いて表され、このうち搬送波の振幅は、零次のベッセル関数 $J_0(m_f)$ に比例する $J_0(m_f)$ は m_f に対して図 1 に示すような特性を持ち、 m_f が約 2.41、5.52、8.5・・・のとき、ほぼ □ A になる。
- 図 2 に示す構成例において、周波数 f_m [Hz] の単一正弦波で周波数変調した FM（F3E）送信機の出力の一部をスペクトルアナライザに入力し、FM 波のスペクトルを表示する。単一正弦波の □ B を零から次第に大きくしていくと、搬送波及び各側帯波のスペクトル振幅がそれぞれ消長を繰り返しながら、徐々に FM 波の占有周波数帯幅が広がる。
- 搬送波の振幅が □ A になるときの m_f の値及び単一正弦波の周波数 f_m から、このときの周波数偏移 f_d は、 $f_d =$ □ C より求められる。

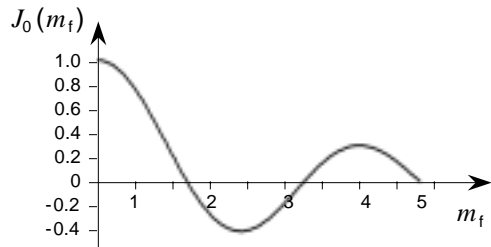


図 1

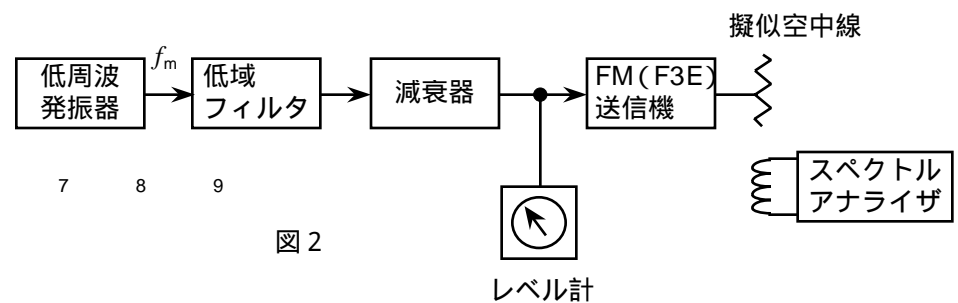
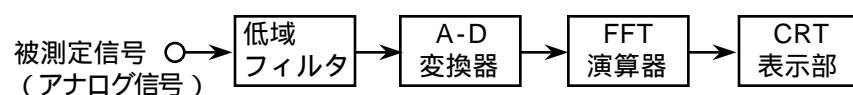


図 2

	A	B	C
1	零	周波数	$m_f f_m$ [Hz]
2	零	周波数	f_m / m_f [Hz]
3	零	振幅	$m_f f_m$ [Hz]
4	最大	振幅	f_m / m_f [Hz]
5	最大	周波数	$m_f f_m$ [Hz]

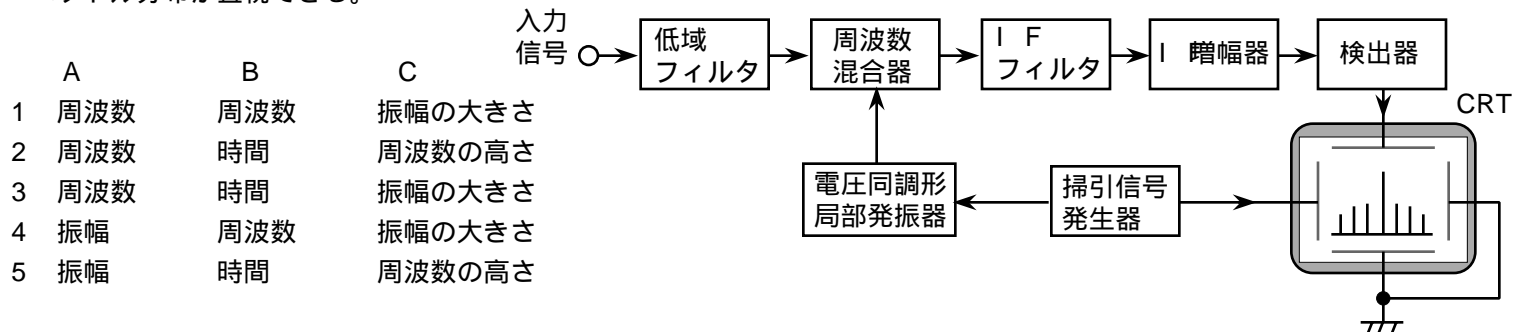
A - 15 次の記述は、図に示す FFTアナライザの構成例について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 低域フィルタを通過した被測定信号（アナログ信号）を A-D 変換しデジタルデータに置き換え、高速フーリエ変換（FFT）によって周波数領域のデータを得て表示する。
- 被測定信号に含まれる振幅、周波数及び位相の情報を得ることができる。
- 周波数領域のデータから、ラプラス変換によって入力信号を再生できる。
- A-D 変換器の入力波形を忠実に表示するためには、理論的に、被測定信号の最高周波数の 2 倍以上の周波数でサンプリングして A-D 変換を行えばよい。
- 解析可能な周波数は、A-D変換器の変換速度で決まる。



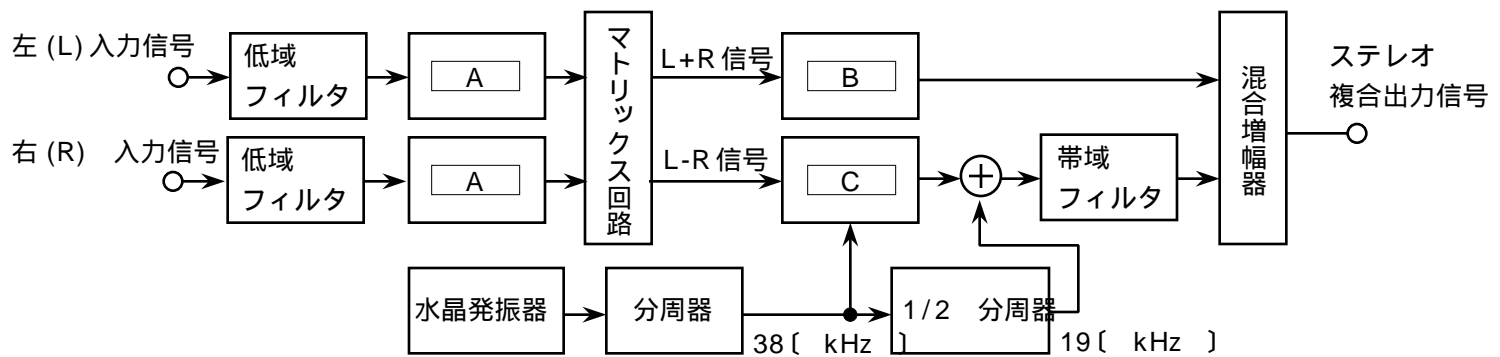
A - 16 次の記述は、図に示すスーパーヘテロダイン方式スペクトルアナライザの原理的な構成例について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 掃引信号発生器で発生するのこぎり波信号は、CRT の水平軸及び電圧同調形局部発振器に加えられる。また、入力信号は、のこぎり波信号で □ A 変調した電圧同調形局部発振器の出力とともに周波数混合器で周波数変換される。周波数変換された信号のうち、中間周波 (IF) フィルタを通過する成分のみが IF 増幅器で増幅及び検出器で検出されて CRT の垂直軸に加えられる。
- (2) したがって、CRT には、水平軸が □ B 軸、また、垂直軸が入力信号の □ C を表す波形が表示され、入力信号のスペクトル分布が直視できる。



- | A | B | C |
|-------|-----|--------|
| 1 周波数 | 周波数 | 振幅の大きさ |
| 2 周波数 | 時間 | 周波数の高さ |
| 3 周波数 | 時間 | 振幅の大きさ |
| 4 振幅 | 周波数 | 振幅の大きさ |
| 5 振幅 | 時間 | 周波数の高さ |

A - 17 図は、我が国の FM 放送に用いられているマトリックス方式のステレオ変調器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。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。



- | A | B | C |
|--------------|--------|--------|
| 1 デエンファシス回路 | 同期回路 | 平衡変調回路 |
| 2 デエンファシス回路 | 位相補償回路 | 位相変調回路 |
| 3 プレエンファシス回路 | 位相補償回路 | 位相変調回路 |
| 4 プレエンファシス回路 | 同期回路 | 位相変調回路 |
| 5 プレエンファシス回路 | 位相補償回路 | 平衡変調回路 |

A - 18 衛星通信回線における総合の搬送波電力対雑音電力比 (C/N) の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、アップリンク熱雑音電力、ダウンリンク熱雑音電力、衛星内相互変調ひずみ雑音電力及びシステム内干渉雑音電力による搬送波電力対雑音電力比は、いずれも 10 (真数) とする。

- 1 25 2 50 3 100 4 200 5 400

A - 19 次の記述は、航空援助用 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) 短距離航行用の地上設備であり、□ A [MHz] までの水平偏波の電波を用い、航空機に対して VOR から磁方位及び □ B を示すものである。
- (2) ドプラ VOR (DVOR) 及び標準 VOR (CVOR) のうち、基準位相信号を振幅変調 (AM) 波で、可変位相信号を周波数変調 (FM) 波で発射するのは、□ C である。

- | A | B | C |
|--------------|------|------|
| 1 90 から 108 | 絶対方位 | DVOR |
| 2 90 から 108 | 相対方位 | CVOR |
| 3 108 から 118 | 相対方位 | CVOR |
| 4 108 から 118 | 絶対方位 | CVOR |
| 5 108 から 118 | 相対方位 | DVOR |

A - 20 アナログ信号を標本化周波数 48 [kHz] で標本化し、16 ビットで量子化したときのビットレート ([bps]) の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、ビットレートは、デジタル通信で用いる通信速度の単位であり、1 秒間に伝送されるパルスのビット数を表す。

- 1 3 [kbps] 2 12 [kbps] 3 96 [kbps] 4 192 [kbps] 5 768 [kbps]

B - 1 次の記述は、パルス符号変調 (PCM) 方式におけるアナログ信号の変調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) 標本化によって、アナログ信号から非常に短い幅の、一定の □ア 間隔のパルス信号を取り出す。
 (2) 標本化周波数がアナログ信号の最高周波数の 2 倍より □セ、折返し雑音などの標本化雑音が生ずる原因になる。
 (3) 標本化によって取り出したパルス信号の振幅を、所定の幅ごとの領域に区切り、それぞれの領域を □ウ の代表値で近似することを量子化という。
 (4) 量子化した信号を □エ し、2 進符号などに変換する。
 (5) 均一量子化で量子化雑音を小さくするには、量子化ステップの数を □オ する。

- 1 低い 2 復号化 3 時間 4 少なく 5 符号化
 6 2 個 7 1 個 8 高い 9 多く 10 周波数

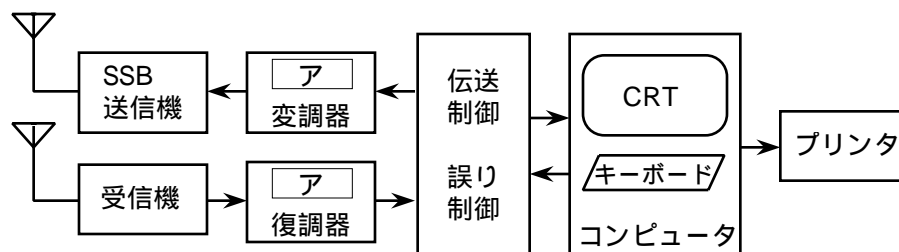
B - 2 次の記述は、衛星通信に用いられる多元接続方式について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (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 方式は、TDMA 方式に比べ、アクセス局数が □イ と中継器の利用効率が悪くなる。
 (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 共用し、それぞれ独立に通信を行う。

- 1 ガードバンド 2 周波数 3 交互に 4 時間 5 同時に
 6 振幅 7 少ない 8 ガードタイム 9 多い 10 位相

B - 3 次の記述は、図に示す狭帯域直接印刷電信装置 (NBDF) 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) 送信側では、SSB 送信機を用い、□ア 変調した J2B 形式の電波を放射する。また、受信側では、J2B 形式の電波を受信して □ア 復調器でデジタルデータを復調する。
 (2) 自局が最初に回線を設定するとき、通信に先立って相手局に □イ を送信する。□イ を受信した相手局は、これに同期した □ウ を送信し、□ウ を自局が受信することによって送信及び受信の同期をとる。
 (3) 誤り訂正方式として、受信側で誤りが検出されると再送信を要求する □エ 方式と、同一文字を所定の間隔で □オ 度送信する FEC 方式がある。



- 1 パイロット信号 2 周波数偏移 (FS) 3 2 4 AFC 5 制御信号
 6 副搬送波 7 ARQ 8 呼出し信号 9 振幅偏移 (AS) 10 3

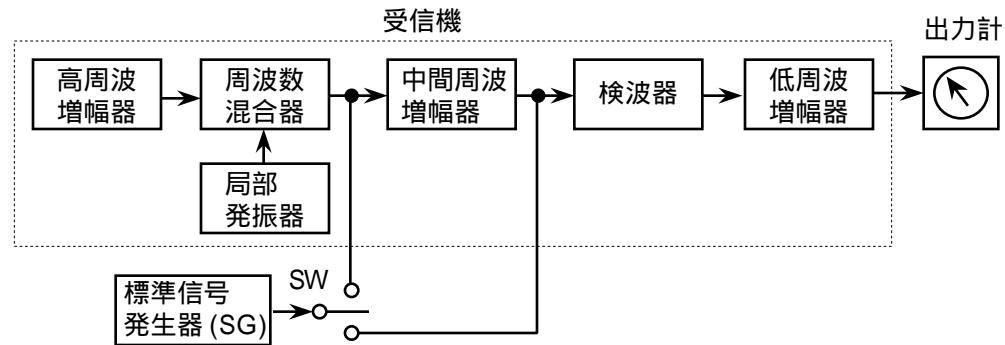
B 4 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機において生ずることがある混信妨害及びその対策について述べたものである。このうち正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

- ア 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生ずる。
- イ 近接周波数による混信妨害は、中間周波増幅器の選択度を向上させるなどにより軽減する。
- ウ 映像周波数による混信妨害は、妨害波が受信周波数に対して中間周波数の3倍の周波数だけ離れた周波数のとき、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ので、高周波増幅器の選択度を向上させるなどにより軽減する。
- エ 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直線領域で動作するために生ずる。
- オ 相互変調による混信妨害は、受信機の入力レベルを下げるなどにより軽減する。

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中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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、1 [μV] を 0 [dBμ] とする。

- (1) スイッチ (SW) を □ア 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 1000 [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) 回路を切り離す。
- (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 の出力電圧を E_1 [dBμ] とする。
- (3) 次に、SW を反対側に接続し、SG の出力を検波器に加えると、□ウ の出力電圧は □エ するので、□イ の出力電圧を調整して □ウ の出力電圧が (2) と同じ値になるようにする。このときの □イ の出力電圧が E_2 [dBμ] のとき、中間周波増幅器の利得 G は、次式で表される。

$$G = \square \text{ オ (dB)}$$



- | | | | | |
|---------------|---|----------|------|---------------|
| 1 減少 | 2 | 3 低周波増幅器 | 4 増加 | 5 $E_1 + E_2$ |
| 6 $E_2 - E_1$ | 7 | 8 局部発振器 | 9 SG | 10 高周波増幅器 |