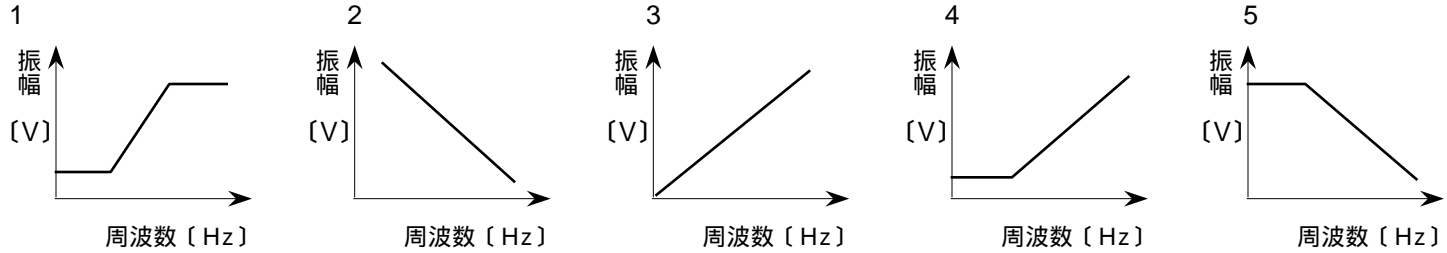


AA809

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 - 図に示す FM (F3E) 送信機の瞬時偏移制御 (IDC) 回路の構成例において、入力信号の周波数に対する出力信号の振幅の特性として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、入力信号の振幅は、一定とする。



- A - 2次式で表される振幅変調 (A3E) 波 e を 1 の抵抗に加えたとき、搬送波及び一つの側帯波が消費する電力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、振幅が E [V]、角周波数が ω [rad/s] の搬送波を $E \cos \omega t$ [V] とし、変調度が $m \times 100$ [%] のとき、角周波数が p [rad/s] の変調信号を $mE \cos pt$ [V] で表すものとする。

$$e = E(1 + m \cos pt) \cos \omega t = E \cos \omega t + \frac{mE}{2} \cos(\omega + p)t + \frac{mE}{2} \cos(\omega - p)t \quad [V]$$

搬送波が消費する電力	一つの側帯波が消費する電力
1 $E^2/2$ [W]	$(mE)^2/2$ [W]
2 $E^2/2$ [W]	$(mE)^2/4$ [W]
3 $E^2/2$ [W]	$(mE)^2/8$ [W]
4 E^2 [W]	$(mE)^2/2$ [W]
5 E^2 [W]	$(mE)^2/4$ [W]

- A - FM (F3E) 送信機において、電波の占有周波数帯幅が 22 [kHz] のときの最大周波数偏移の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、変調信号の周波数は、1 [kHz] とする。

- 1 10 [kHz] 2 15 [kHz] 3 18 [kHz] 4 22 [kHz] 5 28 [kHz]

- A - 次の記述は、送信機において発生することがある高調波の軽減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) 送信機の各段の入力側と出力側の静電結合や電磁結合を □ A する。
 (2) 送信機の出力同調回路のせん鋭度 Q を □ する。
 (3) 終段の電力増幅器をプッシュプル増幅器にし、□ C の高調波を抑制する。

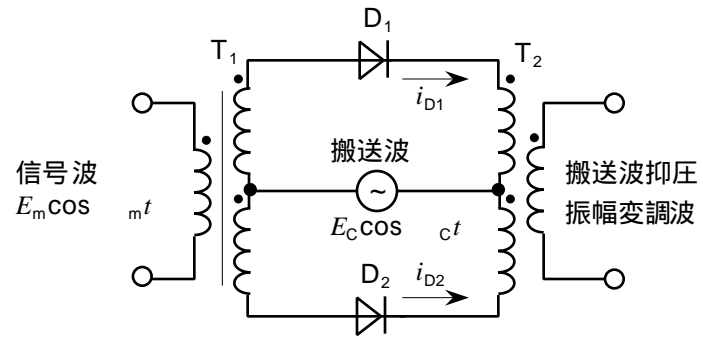
A	B	C
1 少なく	大きく	奇数次
2 少なく	大きく	偶数次
3 少なく	小さく	奇数次
4 多く	小さく	偶数次
5 多く	大きく	奇数次

A - 5 次の記述は、平衡変調器を用いて搬送波抑圧振幅変調波を得る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。ただし、ダイオード D_1 及び D_2 の特性は等しく、 E_m [V] 及び E_c [V] をそれぞれ信号波及び搬送波の振幅とし、 ω_m [rad/s] 及び ω_c [rad/s] をそれぞれ信号波及び搬送波の角周波数とする。

- (1) 図に示す平衡変調器において、信号波 $E_m \cos \omega_m t$ [V] は、巻線比 1 : 2 のセンタータップ付き変成器 T_1 を経て、 D_1 及び D_2 にそれぞれ □ A □ で加えられ、また、搬送波 $E_c \cos \omega_c t$ [V] は、 D_1 及び D_2 に同位相で加えられる。ただし、変成器 T_1 及び T_2 の \cdot (ドット) は一次側と二次側の電圧が同極性であることを示す。
- (2) D_1 の両端の電圧が $E_c \cos \omega_c t + E_m \cos \omega_m t$ [V] のとき、 D_2 の両端の電圧は、 $E_c \cos \omega_c t - E_m \cos \omega_m t$ [V] である。また、 D_1 又は D_2 の両端の電圧が e [V] のときに流れる電流 i_D が $i_D = a_0 + a_1 e + a_2 e^2$ [A] で表されるとき、変成器 T_2 の一次側に D_1 の電流 i_{D1} [A] 及び D_2 の電流 i_{D2} [A] が流れると、二次側には次式で表される $i_{D1} - i_{D2}$ に比例する電流が流れる。

$$i_{D1} - i_{D2} = 2a_1 E_m \cos \omega_m t + 4a_2 E_c E_m \cos \omega_c t \cos \omega_m t \text{ [A]} \text{ -----}$$

式より、 $i_{D1} - i_{D2}$ は搬送波成分を □ B □、両側波帯成分は、式 □ C □ で表される。 T_2 に高周波用変成器を用いると、その二次側には両側波帯成分のみが出力され、搬送波抑圧振幅変調波が得られる。



	A		C	B
1	逆位相	含まず		第2項
2	逆位相	含まず		第1項
3	逆位相	含み		第1項
4	同位相	含み		第1項
5	同位相	含まず		第2項

A - 6 抵抗 R [Ω] から発生する熱雑音電圧の実効値が 2×10^{-6} [V] のときの R の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、等価雑音帯域幅 B を 4.8 [MHz]、周囲温度 T を 300 [K]、ボルツマン定数 k を 1.38×10^{-23} [J/K] とする。

- 1 50 [Ω] 2 75 [Ω] 3 100 [Ω] 4 200 [Ω] 5 300 [Ω]

A - 7 図1に示す直線検波回路に振幅変調 (AM) 波 $e = E(1 + m \cos pt) \cos \omega_c t$ [V] を加えたとき、図2に示すように、復調出力電圧 e_o の交流成分の振幅が 1.8 [V] であった。このときの検波効率の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、搬送波の振幅 E を 4 [V]、変調度 $m \times 100$ [%] の m を 0.5 とする。また、抵抗 R [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 ω_c [rad/s] 及び変調信号の角周波数 p [rad/s] と $1/(CR) \ll p$ の関係があるものとする。

- 1 0.5
2 0.6
3 0.7
4 0.8
5 0.9

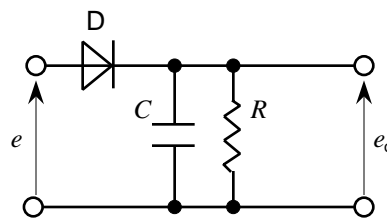


図1

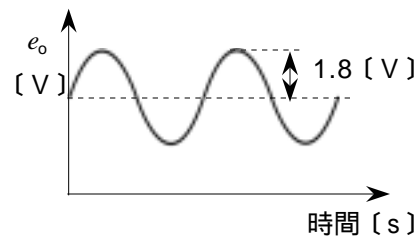


図2

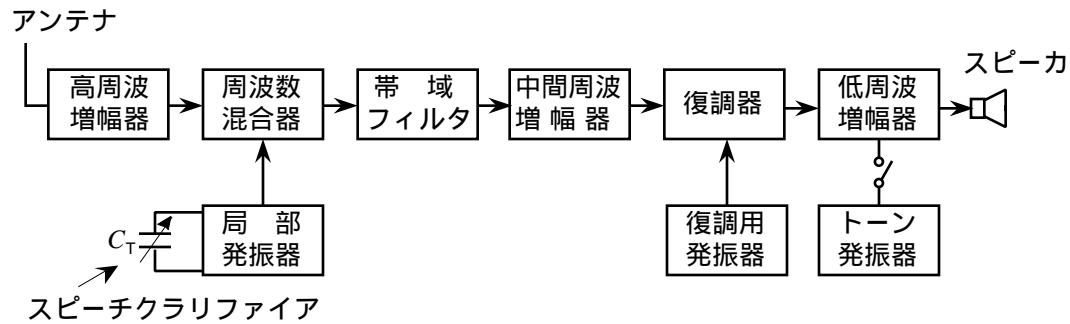
A - 8 次の記述は、スーパーヘテロダイン方式の受信機の特徴について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 低雑音の高周波増幅器を用いるとともに、□ A □ で高利得の増幅を行うので、感度が良い。
- (2) 周波数変換器を用いて希望波を一定の周波数の中間周波数に変換し、しゃ断特性の優れた帯域通過フィルタを用いることから □ B □ に対する選択度が良い。
- (3) 自動利得調整 (AGC) 回路を用いることにより、フェージングなどで電波の □ C □ が変化しても、出力の変化を抑えることができる。

	A	B	C
1	低周波増幅器	近接周波数	受信周波数
2	低周波増幅器	映像周波数	受信強度
3	中間周波増幅器	映像周波数	受信周波数
4	中間周波増幅器	映像周波数	受信強度
5	中間周波増幅器	近接周波数	受信強度

A - 9 次の記述は、図に示す SSB (J3E) 受信機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。

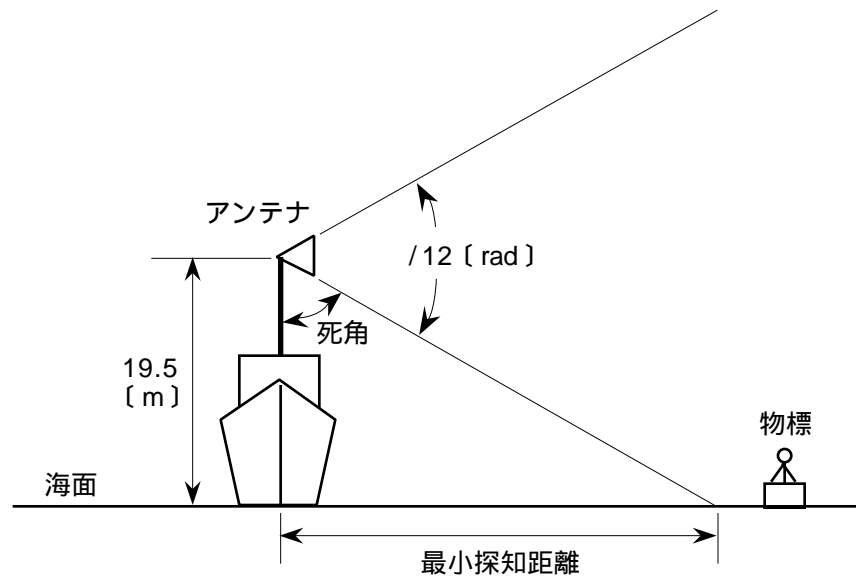
- (1) スピーチクラリファイアの可変容量 C_T は、局部発振器の発振周波数と送信側の □ A □ の周波数との同期をとるために用いられる。同期がずれると、復調器出力に □ B □ が生じ、音声の明りょう度が悪くなる。
- (2) 送信側の変調信号の最高周波数が同じとき、帯域フィルタの所要周波数帯域幅は、DSB (A3E) 受信機のほぼ □ C □ 倍である。



A	B	C
1 搬送波	ビート (うなり)	2
2 搬送波	ひずみ	1/2
3 変調信号	ひずみ	1/2
4 変調信号	ひずみ	2
5 変調信号	ビート (うなり)	1/2

A - 10 図において、海面からレーダーのアンテナまでの高さが 19.5 [m]、アンテナの垂直ビーム幅が $\pi/12$ [rad] 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、 $\tan(\pi/24) \approx 0.13$ とする。

- 1 100 [m]
- 2 130 [m]
- 3 150 [m]
- 4 170 [m]
- 5 195 [m]



A - 11 次の記述は、整流回路のリプル率、電圧変動率及び整流効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。

- (1) リプル率 は、負荷電流に含まれる直流成分を I_{DC} [A] とし、交流成分の実効値を i_r [A] としたとき、次式で定義される。

$$= \square A \times 10 [\%]$$
- (2) 電圧変動率 は、無負荷電圧を V_o [V] とし、負荷に定格電流を流したときの定格電圧を V_n [V] としたとき、次式で定義される。

$$= \square B \times 100 [\%]$$
- (3) 整流効率 [%] は、負荷に供給される直流電力を P_1 [W] とし、整流回路に供給される交流電力を P_2 [W] としたとき、次式で定義される。ただし、 P_1 及び P_2 は、いずれも交流入力の一周期当たりの電力とする。

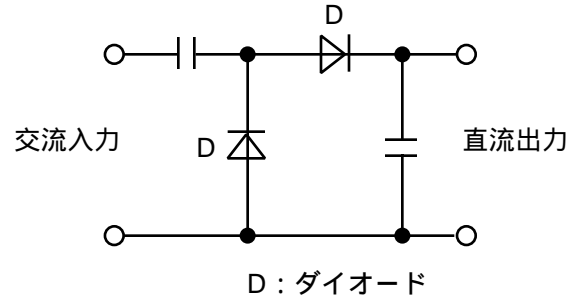
$$= \square C \times 10 [\%]$$

A	B	C
1 $\{i_r / (i_r + I_{DC})\}$	$\{V_n / (V_o - V_n)\}$	(P_1 / P_2)
2 $\{i_r / (i_r + I_{DC})\}$	$\{(V_o - V_n) / V_n\}$	$\{P_1 / (R_1 + P_2)\}$
3 (i_r / I_{DC})	$\{V_n / (V_o - V_n)\}$	(P_1 / P_2)
4 (i_r / I_{DC})	$\{(V_o - V_n) / V_n\}$	(P_1 / P_2)
5 (i_r / I_{DC})	$\{V_n / (V_o - V_n)\}$	$\{P_1 / (R_1 + P_2)\}$

A - 12 次の記述は、図に示す整流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) 回路は、□A 整流形 2 倍電圧整流回路である。
 (2) 無負荷のとき、直流出力電圧の最大値は、交流入力電圧の最大値の約 □B 倍である。
 (3) リプルの基本周波数は、交流入力の周波数と □C 。

	A	B	C
1	全波	2	異なる
2	全波	$\frac{2}{\sqrt{2}}$	等しい
3	半波	$\frac{2}{\sqrt{2}}$	異なる
4	半波	2	異なる
5	半波	2	等しい



A - 13 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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 海岸地球局は、静止軌道上の衛星に対し、4 [GHz] 帯の電波を送信し、衛星から 6 [GHz] 帯の電波を受信する。
- 2 船舶地球局は、衛星に対し、1.6 [GHz] 帯の電波を送信し、衛星から 6 [GHz] 帯の電波を受信する。
- 3 インマルサット A 型無線設備は、アナログ通信方式を用いており、海岸地球局を経由して船舶地球局と国内及び国際通信網とを接続し、電話、ファクシミリ及びテレックスの送受信を行う。
- 4 インマルサット B 型無線設備は、デジタル通信方式を用いており、インマルサット A 型無線設備と同じ通信のほか、船舶地球局の個別呼出し又はグループ呼出しを行う。
- 5 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。

A - 14 次の記述は、搜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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) SART は、搜索側のレーダーから送信された電波を受信すると、自動的に □A [MHz] の範囲でのこぎり波形状の周波数掃引を 12 回繰り返して電波を送信するので、搜索側のレーダー指示器には 12 個の輝点列が表示される。この輝点列のうち、SART の位置は、レーダー指示器の中心から最も □B 輝点で示される。
 (2) 内蔵電池は、1 [ms] の周期でレーダー電波を受信した場合において、連続 □C 時間の動作に支障のない容量がある。

	A	B	C
1	6,200 ~ 6,500	近い	24
2	6,200 ~ 6,500	遠い	8
3	9,200 ~ 9,500	遠い	24
4	9,200 ~ 9,500	近い	8
5	9,200 ~ 9,500	近い	24

A - 15 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たところ、図 2 に示す波形が観測された。このパルスの立ち上がり時間の測定値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、水平軸の一目盛あたりの掃引時間を 10 [μs] とする。

- 1 20 [μs]
- 2 22 [μs]
- 3 24 [μs]
- 4 26 [μs]
- 5 28 [μs]

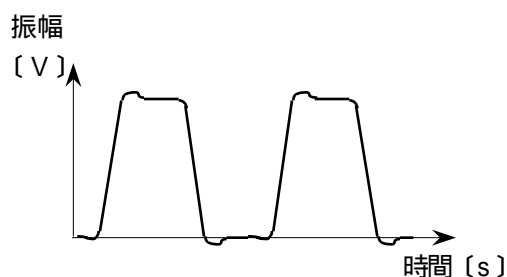


図 1

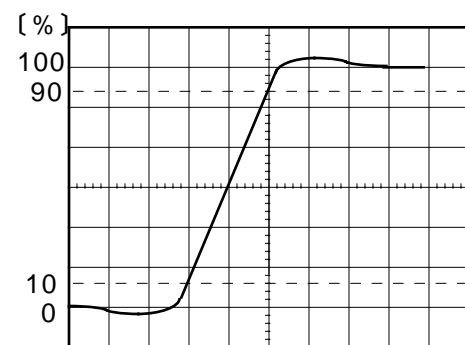
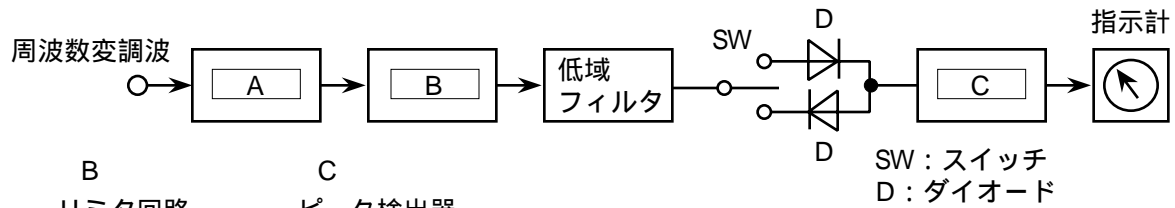


図 2

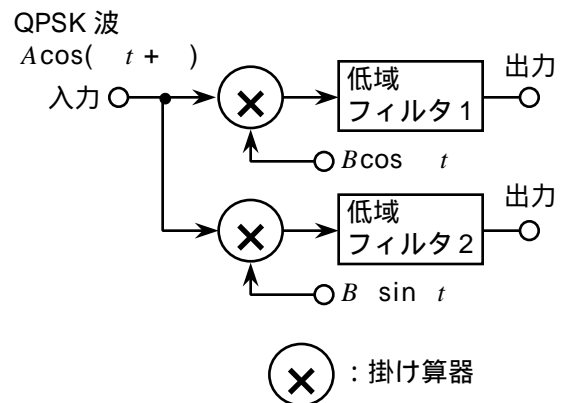
A - 16 図は、周波数変調波の周波数偏移を測定する周波数偏移計の構成例を示したものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。



- | A | B | C |
|----------|--------|--------|
| 1 周波数弁別器 | リミタ回路 | ピーク検出器 |
| 2 周波数弁別器 | ピーク検出器 | リミタ回路 |
| 3 リミタ回路 | 周波数弁別器 | ピーク検出器 |
| 4 リミタ回路 | ピーク検出器 | 周波数弁別器 |
| 5 ピーク検出器 | 周波数弁別器 | リミタ回路 |

A - 17 次の記述は、図に示す同期検波を用いた QPSK (4PSK) 復調器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。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、入力の QPSK 波 $A \cos(t + \theta)$ [V] 並びに復調用搬送波 $B \cos t$ [V] 及び $B \sin t$ [V] の A [V]、B [V] はそれぞれ振幅を、 θ [rad/s] は角周波数を表し、QPSK 波の位相は、0、 $\pi/2$ 、 π 、又は $3\pi/2$ [rad] のいずれかの値をとるものとする。

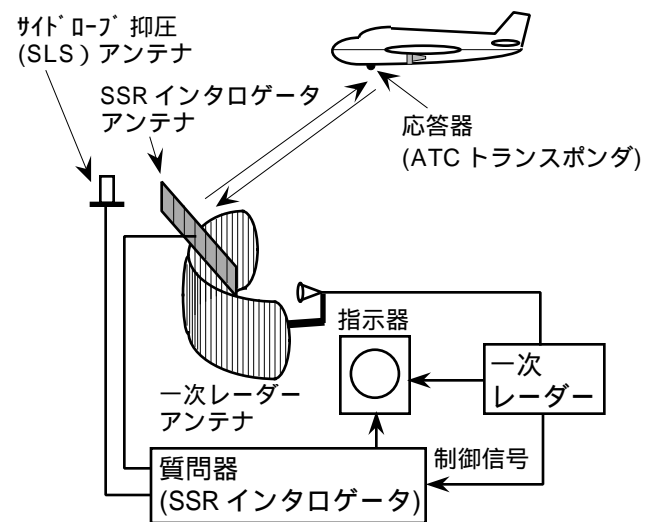
- (1) 低域フィルタ 1 は、QPSK 波の位相の □ A [rad] の値に対応して正又は負の信号を出力し、低域フィルタ 2 は、QPSK 波の他の位相の値に対応して正又は負の信号を出力する。
- (2) QPSK 波の位相が □ 以外の値のとき、低域フィルタ 1 の出力の振幅は □ B である。



- | A | B |
|-----------------------|----------|
| 1 0 又は $\pi/2$ | AB [V] |
| 2 0 又は π | 0 [V] |
| 3 $\pi/2$ 又は $3\pi/2$ | AB [V] |
| 4 $\pi/2$ 又は $3\pi/2$ | 0 [V] |
| 5 π 又は $3\pi/2$ | AB [V] |

A - 18 次の記述は、図に示す航空用二次監視レーダー (SSR) 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。

- SSR は、航空機の識別及び高度情報を得るために用いられる。
- 質問器は、一次レーダーの制御信号と同期して、質問モードパルスで変調したパルス列を SSR インタロゲータアンテナより送出する。
- 航空機上の応答器は、質問器から送られた電波を受信して質問モードパルスを解読し、あらかじめ設定したモードと一致すると応答信号を送り返す。
- 応答器から送られる応答信号は、一次レーダーの搬送波と同じ周波数の搬送波を応答コードパルスで変調したパルス列である。
- 応答器から送られる応答信号は、一次レーダーによる航空機からの反射信号に比べて信号強度が大きいので、気象条件や航空機の形状に影響されにくい。



A - 19 次の記述は、衛星通信の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。

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

A - 20 次の記述は、パルス符号変調 (PCM) を用いた多重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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 複数の PCM 信号を一定の時間間隔で配列し、通常、□Aの伝送路で伝送する時分割多重方式の一つである。
- (2) 漏話及び雑音などでパルスの波形がはずんでも、□Bの有無が検出できれば元のパルスの波形を再生できる。
- (3) 中継を繰り返したとき、各中継器における熱雑音などの累積が□C。

	A	B	C
1	同一	漏話及び雑音	多い
2	同一	漏話及び雑音	少ない
3	同一	パルス	少ない
4	複数	パルス	多い
5	複数	漏話及び雑音	少ない

B - 次の記述は、衛星通信における地球局の送信装置の大電力増幅器 (HPA) などに用いられるクライストロン及び進行波管 (TWT) 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) クライストロンは、通常、複数の空洞を持つ□アが増幅に用いられる。空洞を電子流 (ビーム) が通過するとき、入力された電磁波によって速度が変化し、次の空洞までの空間を進む間に電子流の□イが変調されるのを利用して増幅する。
- (2) TWT は、入力された電磁波をらせんなどの構造を持つ□ウに沿って進行させ、これとほぼ同じ速度でらせんの□エを通る電子流の□イが電磁波によって変調されるのを利用して増幅する。
- (3) 一般に、クライストロンは、TWT に比べて増幅可能な周波数帯域幅が□オ。

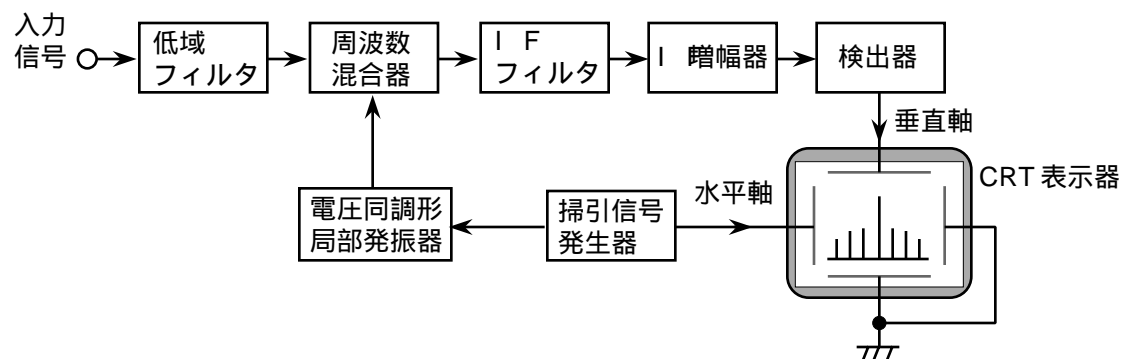
1 形状	2 直進形クライストロン	3 広い	4 中心	5 整合回路
6 電子密度	7 反射形クライストロン	8 狭い	9 外周	10 遅波回路

B - 2 次の記述は、狭帯域直接印刷電信装置 (NBDP) 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) 船舶局と海岸局又は船舶局相互間において、□アの周波数を用いて遭難、緊急、安全及び一般のテレックス通信を行うシステムであり、通信方式は□イである。
- (2) 伝搬路上で発生するフェージングや混信によって生ずる□ウ誤りに対処するための誤り訂正方式には、送信側と受信側とが互いに同期をとり、受信側で誤りが検出されると再送信を要求する□エ方式 (ARQ) と情報シーケンスを 2 回送信する□オ方式 (FEC) がある。

1 トーン	2 単信方式	3 手動再送要求	4 一方向誤り訂正	5 中波 (MF) 及び短波 (HF) 帯
6 ビット	7 複信方式	8 自動再送要求	9 双方向誤り訂正	10 短波 (HF) 及び超短波 (VHF) 帯

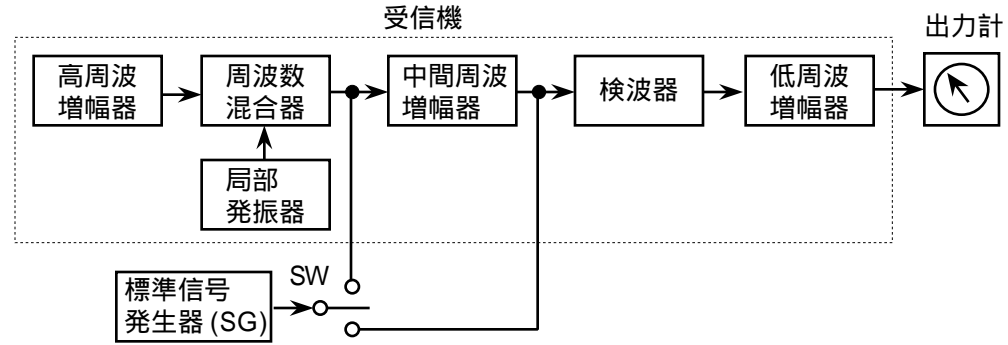
B - 3 次の記述は、図に示すスーパーヘテロダイン方式スペクトルアナライザの原理的構成例について述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。



- ア CRT 表示器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。
- イ 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。
- ウ 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周波数に応じて変化する。
- エ 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狭くする。
- オ 周期的な信号は観測できるが、連続的な雑音の観測はできない。

B - 4 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。

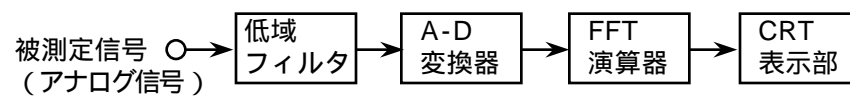
- (1) スイッチ (SW) を □ 側に接続し、標準信号発生器 (SG) の周波数を中間周波数に正しく合わせ、所定の変調 (例えば変調信号周波数 1,000 [Hz]、変調度 30 [%]) をかけた振幅変調波を中間周波増幅器に加える。このとき受信機の高周波増幅器は無入力とし、自動利得調整 (AGC) 回路を □ ア にしておく。
- (2) 低周波増幅器の出力電圧を出力計で測定し、所定の値 (例えば規定出力) になるよう低周波増幅器の音量調節器を調整する。このときの □ イ の出力電圧を E_1 [dBμ] とする。
- (3) 次に、SW を □ 側に接続し、SG の出力を検波器に加えると、低周波増幅器の出力電圧は □ ウ するので、□ イ の出力電圧を調整して低周波増幅器の出力電圧が (2) と □ エ 値になるようにする。このときの □ イ の出力電圧を E_2 [dBμ] とすれば、中間周波増幅器の利得 G は、次式で表される。
- $G = \square$ [dB]



- | | | | | |
|-----------|----------|---------------|---------------|----------|
| 1 断 (OFF) | 2 接 (ON) | 3 SG | 4 減少 | 5 異なる |
| 6 増加 | 7 同じ | 8 $E_1 + E_2$ | 9 $E_2 - E_1$ | 10 局部発振器 |

B - 5 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。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 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 変換して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 □ ア 領域のデータを得て表示する。
- (2) (1) で得たデータには、位相の情報が含まれて □ イ 。
- (3) 被測定信号を再生して表示するには、□ ウ 変換を用いる。
- (4) 解析可能な周波数は、□ エ で決まる。
- (5) 移動通信で用いられるパースト状の信号など、限られた時間内の信号の解析が □ オ 。



- | | | | | |
|-------|--------|---------|--------|-----------------|
| 1 周波数 | 2 時間 | 3 いる | 4 いない | 5 A-D 変換器の変換速度 |
| 6 できる | 7 できない | 8 逆フーリエ | 9 ラプラス | 10 FFT 演算器の演算速度 |