

GA801

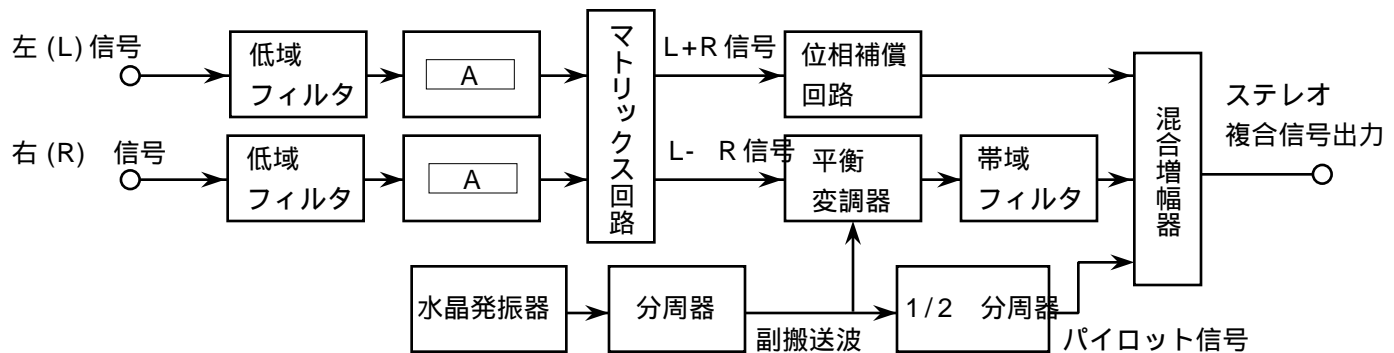
第二級陸上無線技術士「無線工学A」試験問題

25問 2時間30分

A - 次の記述は、図に示す我が国の 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) ステレオ変調器に入力された左 (L) 信号及び右 (R) 信号は、低域フィルタで 15 [kHz] を超える成分が除去された後、それぞれ A がかけられ、マトリックス回路によって和 (L+R) 信号と差 (L- R) 信号 が作られる。L- R 信号は平衡変調器に入力され、38 [kHz] の副搬送波を平衡変調した後、帯域フィルタで帯域外の成分が除去される。
- (2) 平衡変調器及び帯域フィルタを通過した L- R 信号は、マトリックス回路を通過した L+R 信号に対して時間的な が生ずる。このため、L+R 信号は、位相補償回路により L- R 信号との位相を合わせた後、混合増幅器に入力される。
- (3) 19 [kHz] のパイロット信号は、38 [kHz] の副搬送波を 1/2 分周器で分周して得られるが、独立した発振器を設けない主な理由は、副搬送波とパイロット信号の C をそろえるためである。

| | A | B | C |
|---|----------|----|----|
| 1 | プリアンファシス | 遅れ | 位相 |
| 2 | プリアンファシス | 遅れ | 振幅 |
| 3 | プリアンファシス | 進み | 振幅 |
| 4 | デアンファシス | 進み | 位相 |
| 5 | デアンファシス | 遅れ | 振幅 |



A - 次の記述は、BPSK (2PSK) 信号及び QPSK (4PSK) 信号の信号空間ダイアグラ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。

- 信号空間ダイアグラムは、信号が取り得るすべての値を複素平面に表示したものである。信号点間距離は、雑音などがあるときの信号の復調・識別の余裕度を示すもので、信号空間ダイアグラムにおける信号点の間の距離のうち、最も短いものをいう。
- (1) 図1に示す BPSK 信号の信号空間ダイアグラムにおいて、信号点間距離は で表される。また、図2に示す QPSK 信号の信号空間ダイアグラムにおいて、信号点間距離は A で表される。
- (2) BPSK 信号及び QPSK 信号の信号点間距離を等しくして誤り率を同じにするためには、QPSK 信号の振幅を BPSK 信号の振幅の 倍にする必要がある。

| A | B |
|---|--------------|
| 1 | 2 |
| 2 | $\sqrt{2}$ |
| 3 | 2 |
| 4 | $\sqrt{2}$ |
| 5 | $1/\sqrt{2}$ |

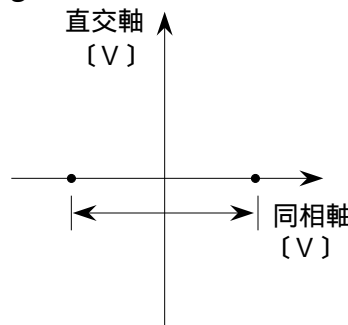


図1 BPSK 信号空間ダイアグラム

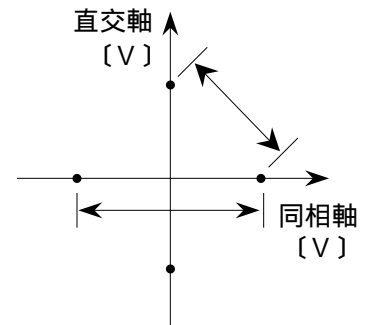
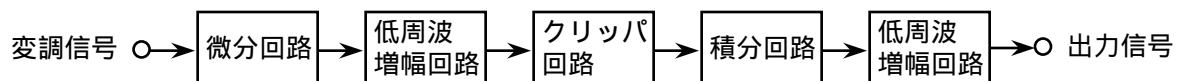


図2 QPSK 信号空間ダイアグラム

A - 次の記述は、図に示す FM (F3E) 送信機に用いられる瞬時偏移制御 (I DC) 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。



- 間接 FM 方式の FM 送信機に用いられる。
- FM 送信機の出力の振幅を一定値以下に制限する。
- 微分回路の出力の振幅の大きさは、変調信号の振幅と周波数の積に比例する。
- 積分回路の出力の振幅の大きさは、積分回路の入力信号の周波数に反比例する。
- クリッパ回路の入力信号の振幅がクリップレベル以下のとき、I DC 回路は、周波数特性が平坦な増幅器として動作する。

A - 4次の記述は、AM (A3E) 変調波と SSB (J3E) 変調波の送信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、変調度を $m \times 100$ [%] とする。

(1) A3E 変調波の送信電力 P_{AM} [W] は、搬送波成分の電力 P_{C1} [W] 及び m を用いて次式で表される。

$$P_{AM} = P_{C1} (1 + \square A) \quad [W] \text{ -----}$$

(2) J3E 変調波の送信電力 P_{SSB} [W] は、搬送波成分の電力 P_{C2} [W] 及び m を用いて次式で表される。

$$P_{SSB} = P_{C2} \times \square B \quad [W] \text{ -----}$$

(3) P_{C1} と P_{C2} が等しく、かつ、 $m = 1$ のとき、 P_{SSB} は、 P_{AM} の □ C の値になる。

| | A | B | C |
|---|---------|---------|------|
| 1 | m^2 | $m^2/2$ | 1/4 |
| 2 | $m^2/2$ | $m^2/3$ | 2/9 |
| 3 | $m^2/2$ | $m^2/4$ | 1/6 |
| 4 | $m^2/4$ | $m^2/4$ | 1/5 |
| 5 | $m^2/4$ | $m^2/8$ | 1/10 |

A - 5次の記述は、周波数変調 (FM) 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。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、搬送波を $A \sin c t$ [V]、変調信号を $B \cos s t$ [V] で表すものとし、搬送波の振幅及び角周波数を A [V] 及び c [rad/s]、変調信号の振幅及び角周波数を B [V] 及び s [rad/s] とする。

(1) FM 波の瞬時角周波数は、次式で表される。ただし、 k_f [rad/(s·V)] は電圧を角周波数に変換する係数、□ A [rad/s] は最大角周波数偏移である。

$$= c + \square A \times \cos s t \quad [rad/s] \text{ -----}$$

(2) FM 波の位相角は、式を t で積分して得られ、次式で表される。ただし、□ [rad] は積分定数である。

$$= \int dt = c t + k_f B / s \sin s t + \square [rad] \text{ -----}$$

$k_f B / s$ は、FM 波の □ B を表す。

(3) FM 波の全電力は、通常、変調信号の振幅の大きさによって変化 □ C。

| | A | B | C |
|---|-------------|------|-----|
| 1 | $k_f B$ | 角周波数 | する |
| 2 | $k_f B$ | 変調指数 | する |
| 3 | $k_f B$ | 変調指数 | しない |
| 4 | $k_f B / s$ | 変調指数 | する |
| 5 | $k_f B / s$ | 角周波数 | しない |

A - 6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 | 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 |
| 2 | パイロット信号 | 搬送波の1周期 | 遅延検波 |
| 3 | 搬送波 | 搬送波の1周期 | 同期検波 |
| 4 | 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 |
| 5 | 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 |

A - 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。□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) 平均値検波方式又は包絡線検波方式を用いるのは、□ A □ である。
- (2) 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のは、□ B □ である。
- (3) 復調出力に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、復調出力のひずみ率が変調度に比例して大きくなるのは、□ C □ である。

| | A | B | C |
|---|-------|-------|-------|
| 1 | 直線検波器 | 二乗検波器 | 直線検波器 |
| 2 | 直線検波器 | 直線検波器 | 二乗検波器 |
| 3 | 直線検波器 | 二乗検波器 | 二乗検波器 |
| 4 | 二乗検波器 | 二乗検波器 | 直線検波器 |
| 5 | 二乗検波器 | 直線検波器 | 二乗検波器 |

A - 8-パヘテロダイン受信機の受信周波数が 8,400 [kHz] のときの映像周波数の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、中間周波数は 45 [kHz] とし、局部発振器の発振周波数は、受信周波数より高いものとする。

- 1 7,490 [kHz] 2 7,945 [kHz] 3 8,400 [kHz] 4 8,855 [kHz] 5 9,310 [kHz]

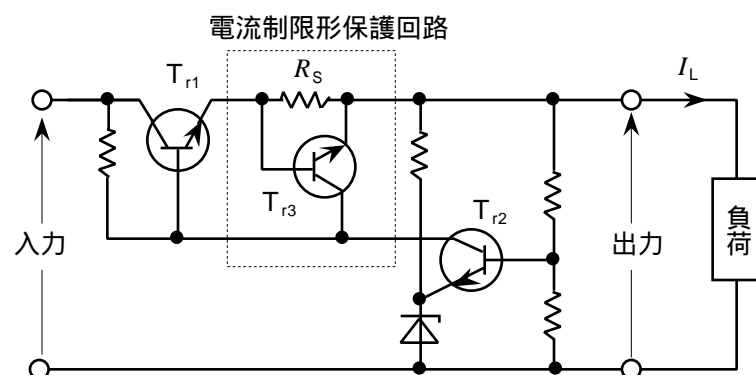
A - 抵抗 100 [Ω] から発生する熱雑音電圧の実効値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、等価雑音帯域幅を 2.4 [MHz]、周囲温度を 300 [K]、ボルツマン定数を 1.38×10^{-23} [J/K] とする。

- 1 2×10^{-6} [V] 2 4×10^{-6} [V] 3 6.3×10^{-6} [V] 4 2×10^{-7} [V] 5 6.3×10^{-7} [V]

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 [Ω] 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} 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} | しゃ断 | 減少 |
| 2 | T_{r1} | しゃ断 | 増加 |
| 3 | T_{r1} | 導通 | 減少 |
| 4 | T_{r2} | 導通 | 減少 |
| 5 | T_{r2} | しゃ断 | 増加 |



A - 11 次の記述は、二次電池の充電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 電池の電極の負担を軽くするには、充電の初期に大きな電流が流れ過ぎないようにする。
- 2 定電流充電は、常に一定の電流で充電する。
- 3 定電圧充電は、電池にかける電圧を放電終止電圧に設定し、これを一定に保って充電する。
- 4 定電圧充電では、充電する電流の大きさは、充電の終期に近づくほど小さくなる。
- 5 一般によく用いられる定電流・定電圧充電は、充電の初期及び中期には定電流で充電し、他の時期には定電圧で充電する。

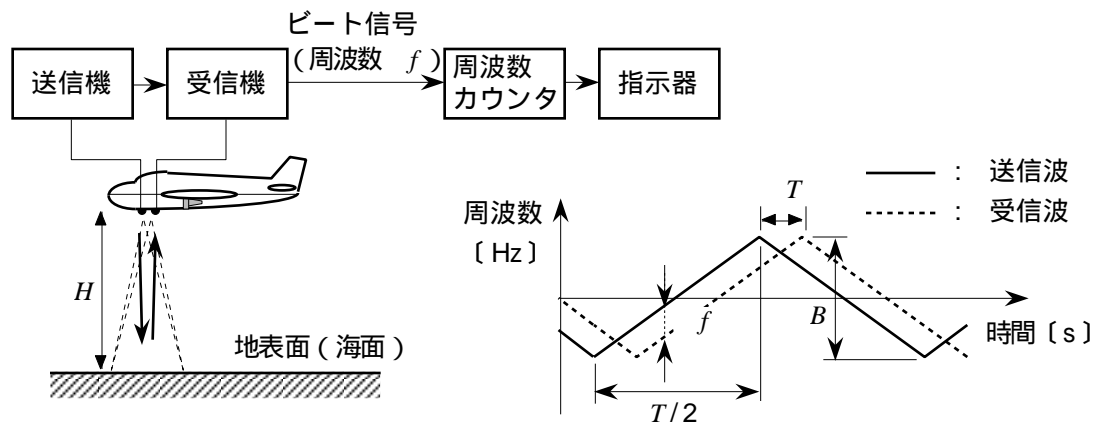
A - 12 次の記述は、パルスレーダーの性能について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 最大探知距離は、送信電力の □ A に比例する。
- (2) 方位分解能を良くするには、アンテナの水平面内のビーム幅を狭くすれば良く、このためアンテナの開口幅を □ B し、また、放射する電波の波長を短くする。
- (3) 距離分解能を良くするには、パルス幅を □ C する。

| | A | B | C |
|---|-----|-----|----|
| 1 | 四乗根 | 小さく | 広く |
| 2 | 四乗根 | 大きく | 狭く |
| 3 | 四乗根 | 小さく | 狭く |
| 4 | 平方根 | 大きく | 狭く |
| 5 | 平方根 | 小さく | 広く |

A - 13 次の記述は、図に示す FM形 (FM-CW) 電波高度計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) 航空機搭載の送信アンテナから発射された電波は、地表面 (海面) で反射し、その反射波が受信アンテナを経て受信機で受信される。反射波の到達時間は、送信波に対して地表面までの往復に要した時間 T [s] だけ遅れるので、送信波として周波数が三角波状に変化する周波数変調波を用いると、送信波と反射による受信波とのビート信号の周波数 f [Hz] は、 T に □ A する。
- (2) f と T 、周波数変調波の繰り返し周期 T [s] 及び周波数偏移幅 B [Hz] との関係式は、 □ B である。 f の測定により T が得られるので、高度 H は、 $H = \frac{c}{2} T$ [m] より求められる。ただし、 c [m/s] は、電波の伝搬速度とする。



| | A | B |
|---|-----|--------------------|
| 1 | 反比例 | $f \propto T/T$ |
| 2 | 反比例 | $f = B \cdot 2T/T$ |
| 3 | 比例 | $f \propto T/(2T)$ |
| 4 | 比例 | $f \propto T/T$ |
| 5 | 比例 | $f = B \cdot 2T/T$ |

A - 14 次の記述は、パルス変調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) パルス振幅変調 (PAM) は、入力信号の □ A に応じてパルスの振幅が変化し、パルスの周波数及び幅は一定である。
- (2) パルス幅変調 (PWM) は、入力信号の □ B に応じてパルスの幅が変化し、パルスの周波数及び振幅は一定である。
- (3) パルス位相 (位置) 変調 (PPM) は、入力信号の □ C に応じてパルスの位相 (位置) が変化し、パルスの振幅及び幅は一定である。

| | A | B | C |
|---|----|----|----|
| 1 | 振幅 | 振幅 | 振幅 |
| 2 | 振幅 | 振幅 | 位相 |
| 3 | 振幅 | 幅 | 位相 |
| 4 | 位相 | 幅 | 振幅 |
| 5 | 位相 | 振幅 | 位相 |

A - 15 衛星通信回線の総合の搬送波電力対雑音電力比 (C/N) の値 (真値) として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、衛星通信回線における搬送波電力を C [W]、アップリンク熱雑音電力を N_1 [W]、ダウンリンク熱雑音電力を N_2 [W]、衛星内相互変調ひずみ雑音電力を N_3 [W]、システム内干渉雑音電力を N_4 [W] とするとき、搬送波電力と各雑音との電力比 C/N_1 、 C/N_2 、 C/N_3 及び C/N_4 の値をすべて 80 とする。

- 1 10 2 12 3 16 4 20 5 24

A - 16 下記の測定項目のうち、スカラー又はベクトルネットワーク・アナライザで測定できるものとして、正しいものを下の番号から選べ。

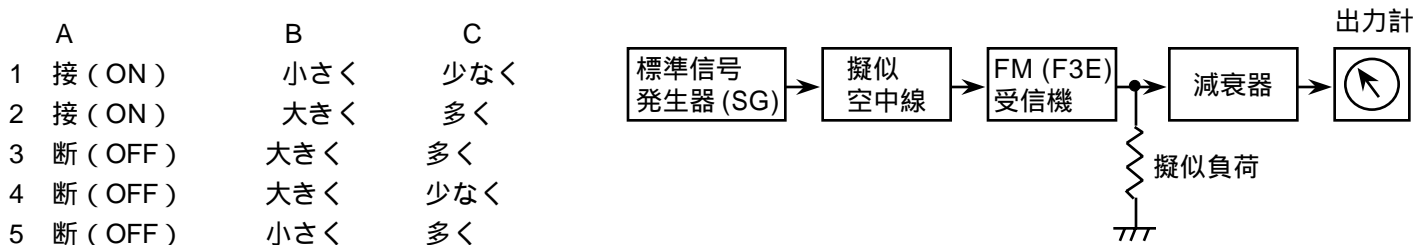
- 1 単一正弦波の周波数及びフィルタの位相直線性
- 2 単一正弦波の周波数及びケーブルの電気長
- 3 アンテナのインピーダンス及び方形波の衝撃係数 (デューティ比)
- 4 ケーブルの電気長及び方形波の衝撃係数 (デューティ比)
- 5 ケーブルの電気長及びアンテナのインピーダンス

A - 17 次の記述は、デジタル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 単発現象でも、メモリに記憶した波形情報を繰り返し読み出すことによって静止波形として観測できる。
- 2 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。
- 3 直接観測することが困難な超高速の波形は、その波形の 1 周期に 1 回の割合で少しずつ位相をずらせてサンプリングして得られた振幅の包絡線を描くことによって元の波形と相似の波形を表示し、観測する。
- 4 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。
- 5 入力の信号に含まれる周波数成分ごとの振幅を表示することができる。

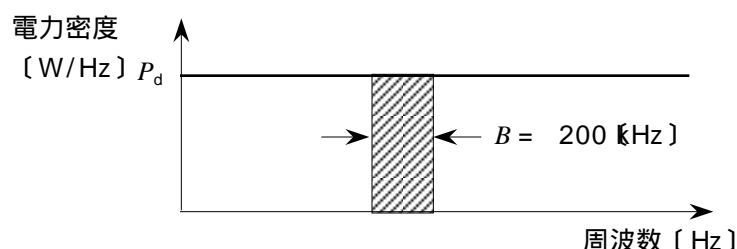
A - 18 次の記述は、FM (F3E) 受信機の雑音制限感度の測定法について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、擬似空中線の損失はないものとする。

- (1) 雑音制限感度は、入力のないときの受信機の雑音出力を、規定値 (通常、20 [dB]) だけ抑圧するのに必要な入力レベルで表される。図に示す構成例において、標準信号発生器 (SG) を接 (ON) にし、無変調出力を所定のレベルで擬似空中線を通して受信機に加える。受信機の AGC 及びスケルチを□にし、希望周波数に完全に同調をとる。このとき、雑音は抑圧され、出力計の指示は低下する。
- (2) 次に SG を断 (OFF) にして出力を零にすると、雑音の強度が□なるので、減衰器の減衰量を調整して出力計の指示を所定の値 (例えば 0 [dBm]) にする。
- (3) SG を接 (ON) にし、その周波数を変えずに無変調でその出力を受信機に加えると、雑音が抑圧されるので、SGの出力を調整し、雑音出力を測定する。次に、減衰器の減衰量を規定の値 (通常、20 [dB]) だけ□し、出力計の指示が (2) と同じ値になるように SG の出力を調整する。このときの SG の出力が求める雑音制限感度である。



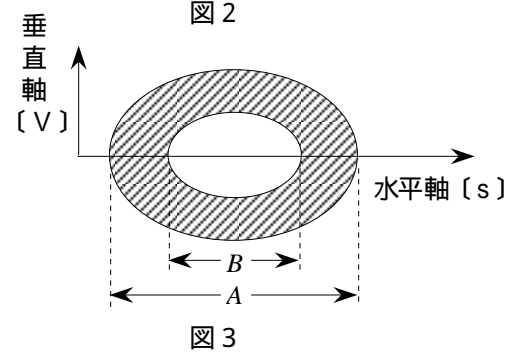
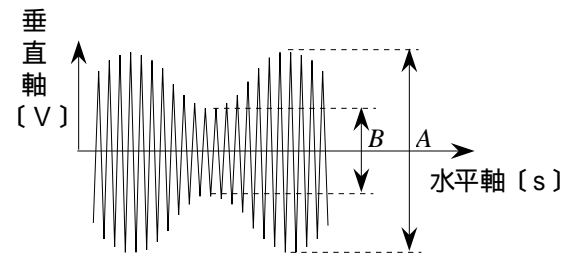
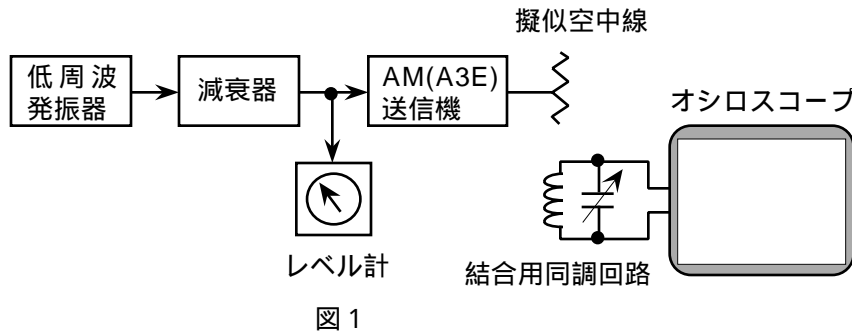
A - 19 図に示す電力密度 P_d [W/Hz] の雑音を、周波数帯域幅 B が 200 [kHz] の理想矩形フィルタを持つスペクトルアナライザで測定したときの全電力の値が 2×10^{-13} [W] であった。 P_d の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、雑音はスペクトルアナライザの帯域内の周波数のすべてにわたって一様であり、フィルタの損失はないものとする。

- 1 1×10^{-18} [W/Hz]
- 2 2×10^{-18} [W/Hz]
- 3 5×10^{-18} [W/Hz]
- 4 1×10^{-17} [W/Hz]
- 5 2×10^{-17} [W/Hz]



A - 20 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の構成例において、□A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。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垂直軸に加え、オシロスコープの掃引周波数及び同期を調整すると、□Bに示すような波形が表示される。
- (2) □BのBとAの比(B/A)の値が3/7のときの振幅変調波の変調度は、□C%である。



| | A | B | C |
|---|---------|-----|----|
| 1 | レベル計 | 図 2 | 60 |
| 2 | レベル計 | 図 2 | 40 |
| 3 | レベル計 | 図 3 | 60 |
| 4 | オシロスコープ | 図 3 | 40 |
| 5 | オシロスコープ | 図 2 | 60 |

B - 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) AM (A3E) 波の□アを伝送して、変調信号を受信側で再現させる方式である。
- (2) 変調信号が同じとき、占有周波数帯幅は、AM (A3E) 波のほぼ□イである。
- (3) 電波は、変調信号の□ウ放射される。
- (4) AM (A3E) 波に比べ、選択性フェージングの影響を受け□エ。
- (5) 搬送波が抑圧されているため、他の SSB 波の混信時にビート妨害を□オ。

- | | | | | |
|--------------|-------|--------|-------|-------------|
| 1 有るときだけ | 2 やすい | 3 生じない | 4 にくい | 5 二つの側波帯 |
| 6 有無にかかわらず常に | 7 生ずる | 8 1/2 | 9 1/4 | 10 一つの側波帯のみ |

B - 2 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の間周波数を選定するときに考慮すべき事項及びその理由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。

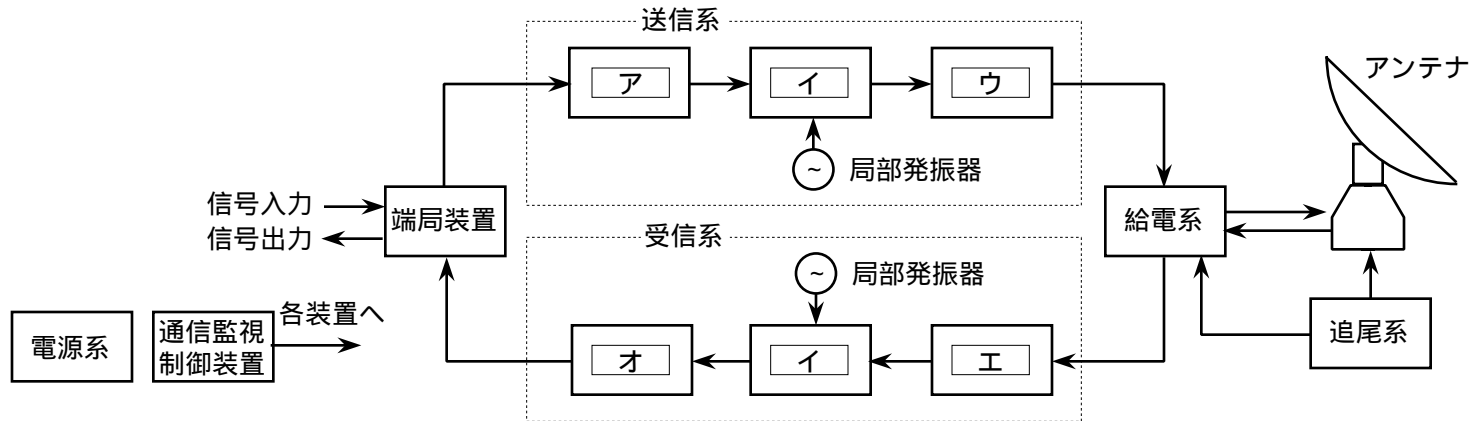
- (1) 中間周波増幅段で高利得増幅を安定に行うには、中間周波数を□アした方がよい。
- (2) 希望周波数と映像周波数の差が大きい方が映像周波数の影響を受け□イので、中間周波数を高くした方がよい。
- (3) 局部発振周波数と受信信号の周波数との差が□ウと、局部発振周波数が受信信号の周波数□エ周波数になる引き込み現象を生じやすいため、局部発振器が受信信号の影響を受けにくくするには、中間周波数を高くした方がよい。
- (4) 中間周波増幅器の通過帯域幅を決定する同調回路の帯域幅は、せん鋭度 Q が一定のとき、中間周波数を高くするほど□オなるため、広帯域の信号を受信するには、中間周波数を高くした方がよい。

- | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|--------|
| 1 高く | 2 低く | 3 狭く | 4 小さい | 5 にくい |
| 6 と同じ | 7 の2倍の | 8 大きい | 9 広く | 10 やすい |

B -3 次の記述は、パルス符号変調 (PCM) 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 PCM 信号の符号を構成する複数のパルスの組合せは、変調信号の周波数に応じて変化する。
- イ PCM 信号の符号を構成する各パルスの振幅及び幅は一定である。
- ウ 複数の PCM 信号を一定の時間間隔で配列して多重化し、同一の伝送路で伝送することができる。
- エ 再生中継を行うことができるので、中継を繰り返しても伝送品質を一定に保つことができる。
- オ 信号を符号化する過程で生ずる主な雑音として、散弾雑音がある。

B -4 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 低雑音増幅器 | 2 低周波発振器 | 3 周波数変換器 | 4 変調器 | 5 変成器 |
| 6 低周波増幅器 | 7 A-D変換器 | 8 電力増幅器 | 9 共振器 | 10 復調器 |

B -5 次の記述は、オシロスコープの立ち上がり時間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、 $\ln(1/0.9)$ 0.1 及び $\ln(1/0.1)$ 2.3とする。

(1) オシロスコープの垂直増幅器の高域の減衰特性が 6 [dB/oct.] のとき、そのステップ応答波形は、図1で表される。これは、図2に示す R [] の抵抗及び静電容量 C [F] のコンデンサによる □ア の低域フィルタのステップ応答波形と同じである。ただし、 v/V は、ステップ入力の振幅が V [V]、出力の振幅が v [V] のときの振幅比であり、次式で表される。

$$v/V = \{1 - e^{-t/(CR)}\} \text{-----}$$

(2) 立ち上がり時間 T_r [s] は、 v/V がその最終値 1.0 の 10 [%] から 90 [%] になるまでの時間で定義されるので、まず、0 [%] から 10 [%] になる時間 t' を求めると、次のようになる。

$$0.1 = 1 - e^{-t'/(CR)}$$

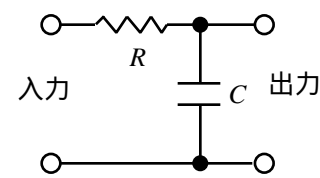
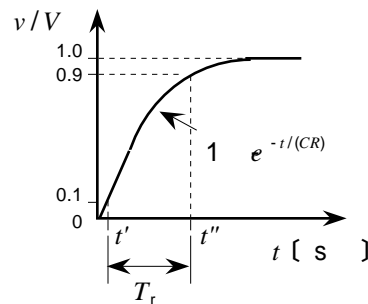
$$t' \text{ □イ [s] -----}$$

同様に 0 [%] から 90 [%] になる時間は次のようになる。

$$t'' \text{ □ウ [s] -----}$$

垂直増幅器の高域しゃ断周波数 f は、□エ [Hz] に等しく、これと式 及び式 より立ち上がり時間 T_r を求めると、 T_r は f と近似的に次式の関係がある。

$$T_r = t'' - t' \text{ □オ [s]}$$



- | | | | | |
|----------|---------|----------|----------|------------|
| 1 一次 | 2 二次 | 3 0.01CR | 4 0.1CR | 5 1/(2 CR) |
| 6 0.23CR | 7 2.3CR | 8 0.35f | 9 0.35/f | 10 2 CR |