

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、FM 放送に用いられるエンファシスについて述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。

- 受信機では復調した後に送信側と逆の特性で高域の周波数成分を強調(プレエンファシス)する。
- 受信信号の信号対雑音比(S/N)を改善するために用いられる。
- 受信機の入力端で様な振幅の周波数特性を持つ雑音は、復調されると三角雑音になり、周波数に比例して振幅が小さくなる。
- 送信機では周波数変調する前の信号の高域の周波数成分を低減(ディエンファシス)する。
- 送受信機間の総合した周波数特性は、プレエンファシス回路とディエンファシス回路の時定数を異なるものとするることにより、平坦になる。

A－2 次の記述は、QAM のデジタル信号の帯域制限に用いられるロールオフフィルタ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、デジタル信号のシンボル(パルス)期間長を T [s] とし、ロールオフフィルタの帯域制限の傾斜の程度を示す係数(ロールオフ率)を α ($0 \leq \alpha \leq 1$) とする。

- 遮断周波数 $1/(2T)$ [Hz] の理想低域フィルタ (LPF) にインパルスを加えたときの出力応答は、中央のピークを除いて □ A □ [s] ごとに零点が現れる波形となる。この間隔でパルス列を伝送すれば、受信パルスの中央でレベルの識別を行うような検出に対して、前後のパルスの影響を受けることなく符号間干渉を避けることができる。
- 理想 LPF の実現は困難であり、実際にデジタル信号の帯域制限に用いられるロールオフフィルタに、入力としてシンボル期間長 T [s] のデジタル信号を通すと、その出力信号(ベースバンド信号)の周波数帯域幅は、□ B □ [Hz] で表される。また、無線伝送では、ベースバンド信号で搬送波をデジタル変調(線形変調)するので、その周波数帯域幅は、□ C □ [Hz] で表される。

	A	B	C
1	T	$\frac{1-\alpha}{2T}$	$\frac{1-\alpha}{T}$
2	T	$\frac{1+\alpha}{2T}$	$\frac{1-\alpha}{T}$
3	T	$\frac{1+\alpha}{2T}$	$\frac{1+\alpha}{T}$
4	$2T$	$\frac{1+\alpha}{2T}$	$\frac{1-\alpha}{2T}$
5	$2T$	$\frac{1-\alpha}{2T}$	$\frac{1+\alpha}{T}$

A－3 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、搬送波を $a \sin \omega_c t$ [V]、変調信号を $b \cos \omega_s t$ [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 ω_c [rad/s]、変調信号の振幅及び角周波数を b [V] 及び ω_s [rad/s] 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。

- FM 波の瞬時角周波数 ω は、式①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。

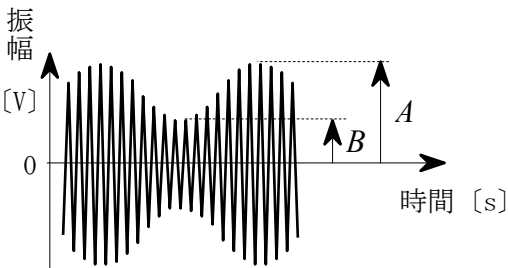
$$\omega = \omega_c + \square A \cos \omega_s t \text{ [rad/s]} \text{ ----- ①}$$
- FM 波の位相角 φ は、式①を t で積分して得られ、式②で表される。ただし、 θ [rad] は積分定数である。

$$\varphi = \int \omega dt = \omega_c t + (k_f b / \omega_s) \sin \omega_s t + \theta \text{ [rad]} \text{ --- ②}$$
 $k_f b / \omega_s$ は、FM 波の □ B □ を表す。
- 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	$k_f b / \omega_s$	変調指数	する
2	$k_f b / \omega_s$	角周波数	しない
3	$k_f b$	角周波数	する
4	$k_f b$	変調指数	する
5	$k_f b$	変調指数	しない

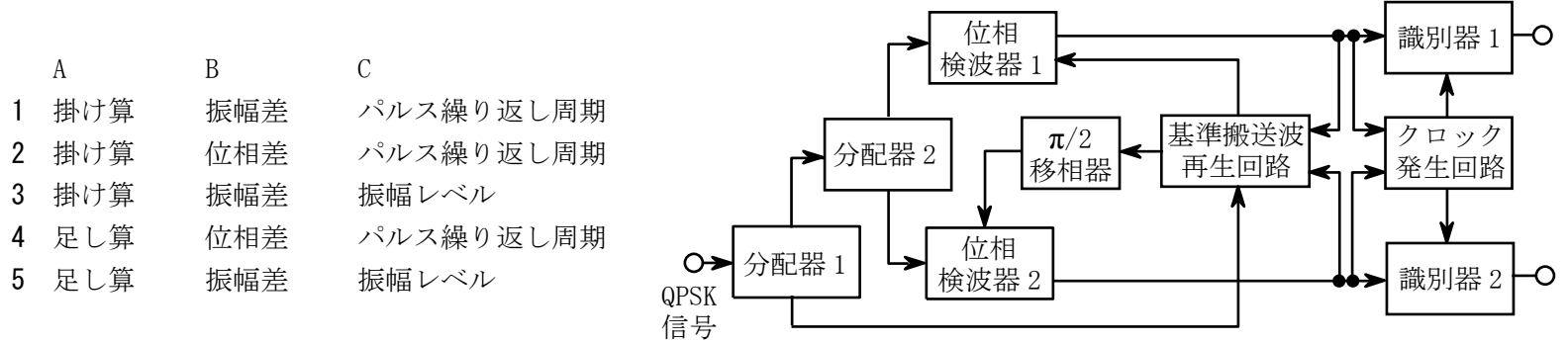
A－4 図は、単一正弦波で変調した AM(A3E)変調波をオシロスコープで観測した波形の概略図である。振幅の最小値 B [V] と最大値 A [V] との比(B/A)の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、変調度は 60 [%] とする。

- 3/4
- 2/3
- 1/2
- 1/4
- 1/6



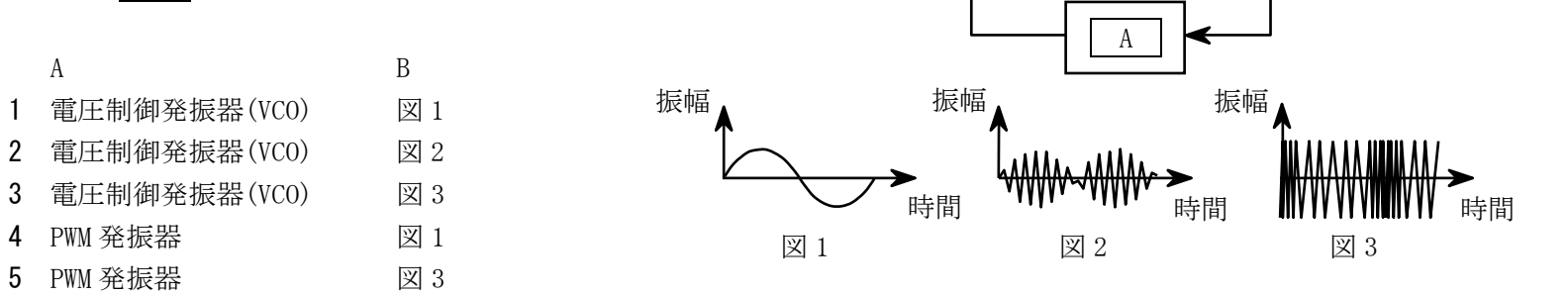
A-5 次の記述は、図に示すデジタル通信に用いられるQPSK(4PSK)復調器の原理的構成例について述べたものである。□内に入るべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 位相検波器 1 及び 2 は、「QPSK信号」と「基準搬送波」及び「QPSK信号」と「基準搬送波と位相が $\pi/2$ 異なる信号」をそれぞれ □ A □ し、両者の □ B □ を出力させるものである。
- (2) クロック発生回路は、位相検波器 1 及び 2から出力された信号の □ C □ に同期したクロック信号を出力し、識別器が正確なタイミングで識別できるようにするものである。



A-6 次の記述は、図に示す FM(F3E)受信機に用いられる位相同期ループ(PLL)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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) PLL 復調器は、位相検出(比較)器(PC)、低域フィルタ(LPF)、低周波増幅器(AF Amp)及び □ A □ で構成される。
- (2) 搬送波の周波数と □ A □ の自走周波数が同一のとき、この復調器に単一正弦波で変調されている周波数変調波が入力されると、この復調器は、□ B □ のような波形を出力する。



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

A-8 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のある混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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 希望波と周波数が異なり、かつ、入力強度が大きい妨害波が受信機の周波数変換部などに混入したとき、回路の □ A □ によって妨害波の信号波成分で希望波の搬送波が変調を受ける現象である。
- (2) 希望波の搬送波が f_d [Hz]、妨害波の搬送波が f_u [Hz]、妨害波の信号波成分が f_m [Hz] 及び妨害波の側波帯成分が $f_u + f_m$ [Hz] のとき、受信機の □ A □ によって 3 次ひずみによる混変調積が発生すると、次式で表される周波数成分を生ずる。

$f_d - \square B + (f_u + f_m)$	----- ①	A	B
$f_d + \square B - (f_u + f_m)$	----- ②	1	直線動作 f_u
		2	直線動作 f_m
		3	非直線動作 $f_u - f_m$
		4	非直線動作 f_m
		5	非直線動作 f_u

式①の周波数成分である $f_d + f_m$ [Hz] 及び②の周波数成分である $f_d - f_m$ [Hz] は、 f_d が f_m で振幅変調されたときの上下の側波帯成分に等しいので、妨害を受ける。

A-9 次の記述は、FM(F3E)受信機の限界受信レベル(スレッシュホールドレベル)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、スレッシュホールドは、搬送波の尖頭電圧と雑音の尖頭電圧が等しくなる点であり、雑音は受信機内部で発生する連続性雑音でその尖頭電圧は実効値の4倍とし、搬送波は正弦波とする。

また、 $\log_{10}2 = 0.3$ 、 $\sqrt{2} = 1.4$ とする。

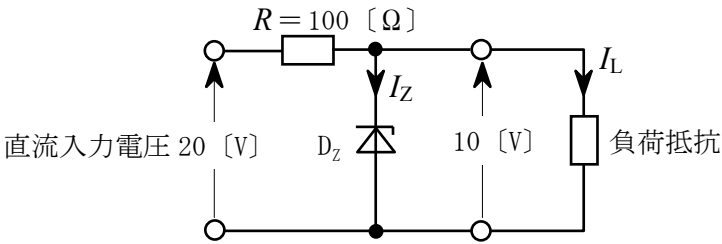
- (1) S/N 改善利得を得るのに必要な受信電力の限界値がスレッシュホールドレベルであり、スレッシュホールドを搬送波の実効値と雑音の実効値で比較し、その値(C/N)をデシベルで表すと □A□ [dB] となる。
- (2) 受信機の入力換算雑音電圧の実効値が $3.5 [\mu V]$ のとき、スレッシュホールドレベルと等しくなる受信機入力搬送波の実効値は、□B□ [μV] である。

	A	B
1	9	6
2	9	13
3	9	10
4	12	13
5	12	10

A-10 次の記述は、図に示す基本的な定電圧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、ツェナーダイオード D_Z のツェナー電圧を $10 [V]$ 、直流入力電圧を $20 [V]$ 、抵抗 R を $100 [\Omega]$ とする。

D_Z に流れる電流 $I_Z [A]$ と負荷抵抗に流れる電流 $I_L [A]$ との和は、一定である。よって、 I_Z の最大値は、負荷が □A□ のときで、□B□ [A] になる。したがって、このときに D_Z で消費される電力 □C□ [W] より大きい許容損失の D_Z を使用する必要がある。

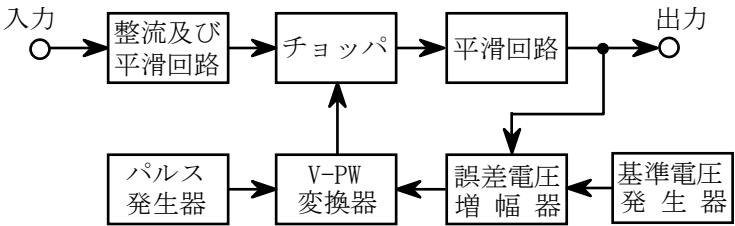
	A	B	C
1	開放	0.1	1.0
2	開放	0.1	0.5
3	短絡	0.2	1.0
4	短絡	0.2	0.5
5	開放	0.2	0.5



A-11 次の記述は、図に示すパルス幅制御形チョップ方式の安定化電源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。

- 交流入力を整流及び平滑回路で直流に変換し、次のようにして安定化し、出力している。
- (1) 電圧-パルス幅(V-PW)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) 電圧-パルス幅(V-PW)変換器は、誤差電圧増幅器の出力電圧に応じた □B□ 変調波を出力する。
- (3) チョップは、V-PW 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	誤差電圧増幅器	パルス幅	立上がり
2	誤差電圧増幅器	パルス振幅	導通
3	パルス発生器	パルス幅	立上がり
4	パルス発生器	パルス幅	導通
5	パルス発生器	パルス振幅	立上がり



A-12 次の記述は、航空機の航行援助に用いられる ILS(計器着陸システム)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 ILS 地上システムは、マーカ・ビーコン、ローカライザ及びグライド・パスの装置で構成される。
- 2 マーカ・ビーコンは、その上空を通過する航空機に対して、滑走路進入端からの距離の情報を与えるためのものである。
- 3 マーカ・ビーコン及びローカライザは UHF 帯の電波を利用し、グライド・パスは VHF 帯の電波を利用している。
- 4 ローカライザは、航空機に対して、滑走路の中心線の延長上からの水平方向のずれの情報を与えるためのものである。
- 5 グライド・パスは、航空機に対して、設定された進入角からの垂直方向のずれの情報を与えるためのものである。

A-13 パルスレーダーにおいて、受信機の入力端子の有能雑音電力 $N_i [W]$ 及び物標からの反射波を探知するための受信機の入力端子における信号電力の最小値 $S_i [W]$ の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

ただし、入力端に換算した、探知可能な反射波の信号対雑音比(S/N)の最小値は $20 [dB]$ 、雑音は熱雑音のみとし、受信機の雑音指数の値は 4 (真数) とする。また、ボルツマン定数を $k [J/K]$ 、等価雑音温度を $T [K]$ 、受信機の等価雑音帯域幅を $B [Hz]$ とするとき、 kTB の値は $1 \times 10^{-13} [W]$ とする。

	N_i	S_i
1	1×10^{-12}	1×10^{-10}
2	4×10^{-13}	4×10^{-11}
3	1×10^{-13}	1×10^{-11}
4	1×10^{-14}	1×10^{-12}
5	4×10^{-14}	4×10^{-12}

A-14 次の記述は、雑音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 増幅回路の内部で発生する内部雑音には、熱雑音及び散弾(ショット)雑音などがある。
- 2 トランジスタから発生するフリッカ雑音は、周波数が1オクターブ上がるごとに電力密度が3[dB]減少する。
- 3 トランジスタから発生する分配雑音は、フリッカ雑音より低い周波数領域で発生する。
- 4 外部雑音には、コロナ雑音及び空電雑音などがある。
- 5 抵抗体から発生する雑音には、熱じょう乱により発生する熱雑音及び抵抗体に流れる電流により発生する電流雑音がある。

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。

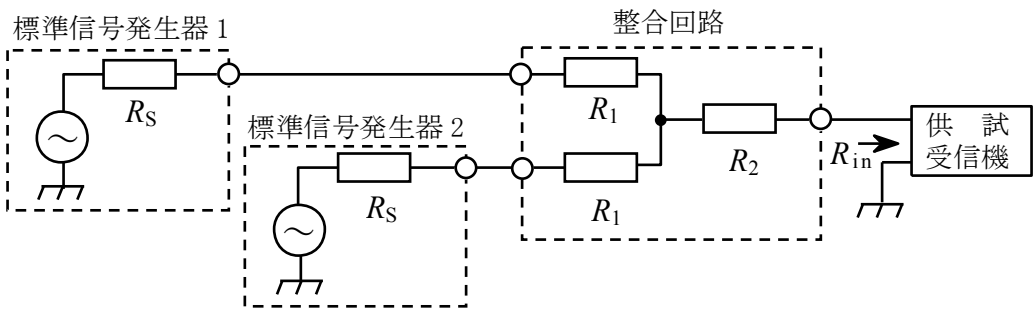
(2) 同一の無線チャネルで複数の情報を時間的に多重化 □ B □ 。

(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 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-16 図に示す受信機の二信号選択度特性の測定に用いる整合回路の抵抗 R_2 [Ω] の値として、正しいものを下の番号から選べ。

ただし、整合回路の抵抗 R_1 を10 [Ω] とし、標準信号発生器1及び標準信号発生器2の内部抵抗 R_S はともに50 [Ω]、供試受信機の入力インピーダンス R_{in} は75 [Ω] とする。また、整合の条件として、標準信号発生器1及び標準信号発生器2から整合回路側を見たインピーダンスは、それぞれの内部抵抗 R_S [Ω] に等しく、供試受信機から整合回路側を見たインピーダンスは、 R_{in} [Ω] に等しいものとする。

- 1 45 [Ω]
- 2 35 [Ω]
- 3 30 [Ω]
- 4 25 [Ω]
- 5 15 [Ω]

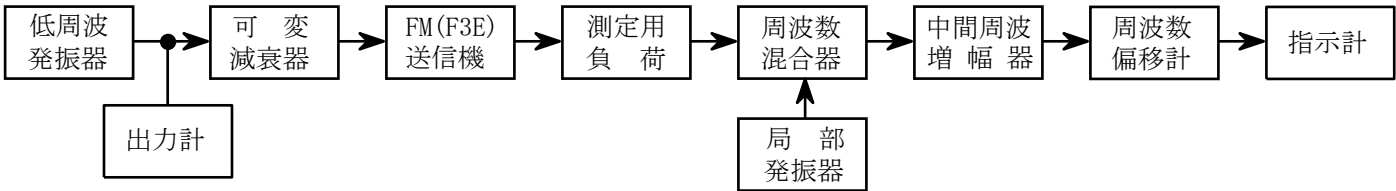


A-17 次の記述は、図に示す構成例を用いたFM(F3E)送信機の総合周波数特性の測定法について述べたものである。□内に入るべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 低周波発振器より所定の周波数(例えば1[kHz])の信号を可変減衰器を通して送信機に加え、周波数偏移計の出力が所定の値(例えば40[%]の変調度に相当する値)になるように可変減衰器を調整し、このときの □ A □ の値を読みとる。

(2) 次に、低周波発振器の出力周波数を所定の範囲内で、適当な間隔で変化させ、周波数偏移計の出力の値が □ B □ になるように可変減衰器を調整し、それぞれの周波数に対する □ A □ の値を読みとり、グラフに描いて総合周波数特性を得る。

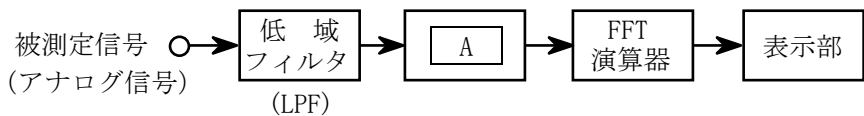
(3) 総合周波数特性に影響する要因には、送信機の □ C □ 回路の時定数および変調器の周波数特性などがある。
- | | A | B | C |
|---------|----|----------|---|
| 1 出力計 | 零 | プレエンファシス | |
| 2 出力計 | 一定 | ディエンファシス | |
| 3 可変減衰器 | 零 | プレエンファシス | |
| 4 可変減衰器 | 零 | ディエンファシス | |
| 5 可変減衰器 | 一定 | プレエンファシス | |



A-18 次の記述は、図に示す高速フーリエ変換(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。□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。

- (1) 被測定信号(アナログ信号)は、低域フィルタ(LPF)を通過した後、□Aでデジタルデータに置き換えられる。このデータは、FFT演算器で演算処理されて□Bのデータに変換され、表示部に表示される。
- (2) アナログ処理によるスーパーヘテロダイン方式のスペクトルアナライザとの相違点は、□Cの情報が得られることである。

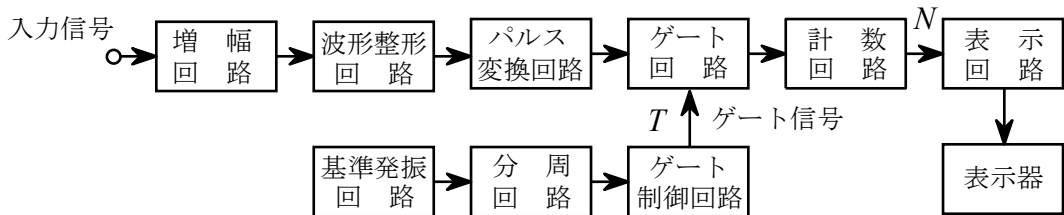
	A	B	C
1	D-A変換器	時間領域	振幅
2	D-A変換器	周波数領域	位相
3	A-D変換器	周波数領域	振幅
4	A-D変換器	周波数領域	位相
5	A-D変換器	時間領域	位相



A-19 次の記述は、図に示す計数形周波数計(カウンタ)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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 入力信号を増幅し、波形整形回路で方形波に整形した後、その立ち上がり又は立ち下がりパルス変換回路で検出してパルス列に変換する。ゲート時間 T [s] の間にゲート回路を通過したパルス数 N を計数回路で計数すると、周波数 f は、□A [Hz] で表されるので、これを表示回路で演算し、表示器に表示する。
- (2) ± 1 カウント誤差は、パルス列及びゲート信号の位相が同期して□B ことによって生ずるため、計数回路で計数した後の補正が□C。

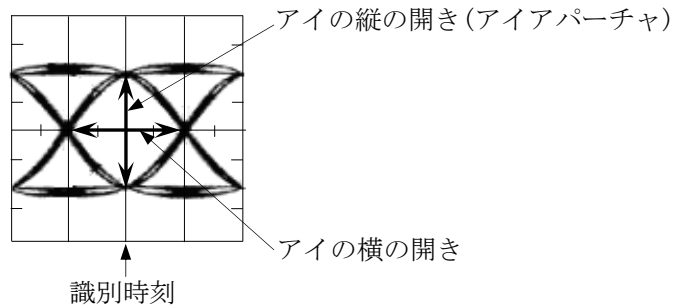
	A	B	C
1	NT	いる	できる
2	NT	いない	できない
3	N/T	いない	できる
4	N/T	いる	できない
5	N/T	いない	できない



A-20 次の記述は、デジタル伝送方式において、パルスの品質を評価するアイパターンの測定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、アイパターンは、図に示すように識別直前のパルス波形をパルス繰返し周波数(クロック周波数)に同期してオシロスコープ上に描かせたものであり、その波形には、雑音や波形ひずみ等により影響を受けた起こり得るすべての波形が重畳されているものである。

アイパターンを観測することにより受信信号の雑音に対する余裕度がわかる。すなわち、アイパターンにおける縦のアイの開き(アイアパーチャ)は識別における□Aに対する余裕を表し、アイパターンの横の開きは□B 信号の統計的なゆらぎ(ジッタ)等による識別タイミングの劣化に対する余裕を表す。したがって、アイの開き具合を示すアイ開口率が小さくなると、符号誤り率が□C なる。

	A	B	C
1	信号	ドット	小さく
2	信号	クロック	小さく
3	雑音	ドット	大きく
4	雑音	クロック	大きく
5	雑音	ドット	小さく

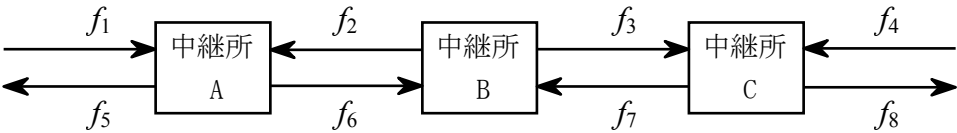


B-1 次の記述は、衛星通信に用いられる多元接続方式について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (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 ガードバンド	5 同時
6 振幅	7 SCPC	8 時間	9 ガードタイム	10 交互

B-2 次の記述は、図に示すマイクロ波通信における2周波中継方式の送信及び受信周波数配置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。



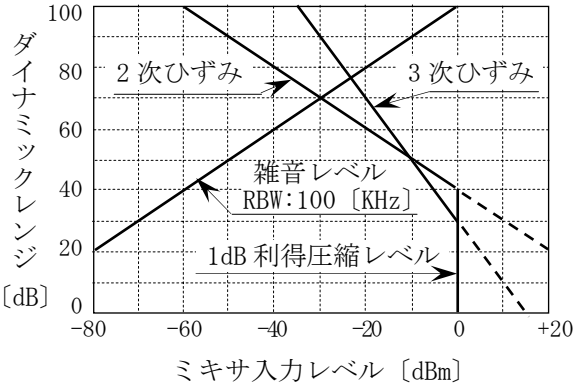
- ア 中継所 B の送信周波数 f_3 と、受信周波数 f_7 は同じ周波数である。
- イ 中継所 B の送信周波数 f_3 と、受信周波数 f_6 は同じ周波数である。
- ウ 中継所 B の送信周波数 f_2 と、送信周波数 f_3 は同じ周波数である。
- エ 中継所 A の送信周波数 f_5 、 f_6 と、中継所 C の送信周波数 f_7 、 f_8 は同じ周波数である。
- オ 中継所 A の送信周波数 f_5 と、中継所 C の受信周波数 f_3 は同じ周波数である。

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 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。
- オ 一般に、ビタビ復号法を用いる畳み込み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、リードソロモン符号はランダム誤り訂正符号に分類される。

B-4 次の記述は、送信機の「スプリアス発射の強度」の測定にスペクトルアナライザを用いた場合、そのスペクトルアナライザ内部で発生する高調波ひずみ等が測定に与える影響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) 測定対象となるスプリアス発射が送信機の搬送波(基本波)の高調波である場合、スペクトルアナライザの内部で高調波ひずみにより基本波の高調波が発生すると、両方の高調波が同一周波数のため完全に重なり、それらの □ ア □ 関係によって合成振幅は増加するか又は減少するかわからない。その結果、測定に影響を与えることになる。
- (2) 図は、一例として、あるスペクトルアナライザの仕様項目から、入力した二つの信号(送信機の搬送波と高調波)のレベル差をスペクトルアナライザの内部で発生する高調波ひずみや雑音の影響がなく、規定された確度で測定を行うことができる範囲を示したものであり、ミキサ入力レベルに対するダイナミックレンジを読み取ることができる。
- (3) この図から、□ イ □ ダイナミックレンジとなるミキサ入力レベルは、-30 [dBm] 付近であり、この値から雑音レベル(RBW:100 [KHz])までは、約 □ ウ □ [dB] のレベル差がある。それを頂点としてミキサ入力レベルが低い領域では □ エ □ に、ミキサ入力レベルが高い領域では、□ オ □ によって測定の範囲が制限を受けることがわかる。



- | | | | | |
|------|-------|------|---------|----------|
| 1 振幅 | 2 最小の | 3 70 | 4 内部雑音 | 5 高調波ひずみ |
| 6 位相 | 7 最大の | 8 90 | 9 側波帯雑音 | 10 残留応答 |

B-5 次の記述は、16 値直交振幅変調(16QAM)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) 16QAM は、周波数が等しく位相が □ ア □ [rad] 異なる直交する 2 つの搬送波を、それぞれ □ イ □ のレベルを持つ信号で変調し、それらを合成することにより得られる。
- (2) 一般的に、16QAM を 4 相位相変調(QPSK)と比較すると、16QAM の方が □ ウ □ 。また、16QAM は、振幅方向にも情報が含まれているため、伝送路におけるノイズやフェージングなどの影響を □ エ □ 。
- (3) 16QAM を 16 相位相変調(16PSK)と比較すると、同じ E_b/N_0 (受信機のビットエネルギー対雑音電力密度比) のときのビット誤り率は理論的に 16QAM の方が □ オ □ 。

- | | | | | |
|-----------|--------|--------------|--------|--------|
| 1 $\pi/4$ | 2 4 値 | 3 周波数利用効率が低い | 4 受け難い | 5 大きい |
| 6 $\pi/2$ | 7 16 値 | 8 周波数利用効率が低い | 9 受け易い | 10 小さい |