

GA307

## 第二級陸上無線技術士「無線工学 A」試験問題

(参考) 試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

25 問 2 時間 30 分

A - 1 次の記述は、我が国の地上系デジタル方式の標準テレビジョン放送に用いられる送信の標準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) 映像信号の情報量を減らすための圧縮方式には、 A が用いられる。
- (2) 圧縮された画像情報の伝送には、 B 方式が用いられる。この方式は、送信データを多数の搬送波に分散して送ることにより、単一キャリアのみを用いて送る方式に比べ伝送シンボルの継続時間が  C なり、マルチパスの影響を軽減できる。

	A	B	C
1	JPEG	残留側波帯 (VSB)	長く
2	JPEG	直交周波数分割多重 (OFDM)	短く
3	MPEG2	残留側波帯 (VSB)	短く
4	MPEG2	直交周波数分割多重 (OFDM)	短く
5	MPEG2	直交周波数分割多重 (OFDM)	長く

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。

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

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。

$$\alpha = \text{B}$$

- (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	$J_0^2(m) + 2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.90
2	1	$2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.99
3	1	$J_0^2(m) + 2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	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 次の記述は、直交振幅変調 (QAM) 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) 送信側では、互いに直交する位相関係にある二つの搬送波を、複数の振幅レベルを持つデジタル信号  $\psi_I(t)$  [V] 及び  $\psi_Q(t)$  [V] でそれぞれ振幅変調し、その出力を加算して送出する。このときの直交振幅変調波  $e(t)$  は、次式で表される。ただし、 $\omega_c$  [rad/s] は、搬送波の角周波数を示す。

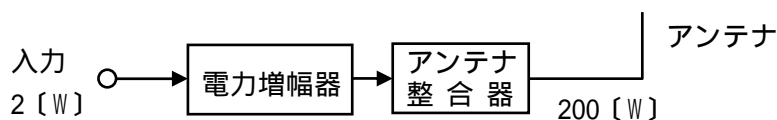
$$e(t) = \text{A} + \psi_Q(t) \sin \omega_c t \quad [\text{V}]$$

- (2) 受信側では、互いに直交する位相関係にある二つの復調搬送波を用いてデジタル信号を復調する。復調搬送波  $e_L(t)$  が  $e_L(t) = \cos(\omega_c t - \varphi)$  [V] のとき、同期検波を行って低域フィルタ (LPF) を通すと、 $\varphi = 0$  [rad] で、 B が復調され、 $\varphi = \pi/2$  [rad] で、 C が復調される。

	A	B	C
1	$\psi_I(t) \cos \omega_c t$	$\psi_I(t)$	$\psi_Q(t)$
2	$\psi_I(t) \cos \omega_c t$	$\psi_Q(t)$	$\psi_I(t)$
3	$\psi_I(t) \sin \omega_c t$	$\psi_I(t)$	$\psi_Q(t)$
4	$\psi_I(t) \sin \omega_c t$	$\psi_Q(t)$	$\psi_I(t)$
5	$\psi_I(t) \tan \omega_c t$	$\psi_I(t)$	$\psi_Q(t)$

A - 4 図に示す送信設備の終段部の構成において、2〔W〕の入力電力を加えて、電力増幅器及びアンテナ整合器を通した出力を200〔W〕とすると、電力増幅器の利得として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ整合器の挿入損失を2〔dB〕とする。

- 1 20〔dB〕
- 2 22〔dB〕
- 3 24〔dB〕
- 4 26〔dB〕
- 5 28〔dB〕



A - 5 次の記述は、図に示す直線検波器に振幅変調波  $e_m = E_C(1+m \cos pt) \cos \omega t$ 〔V〕を加えたときの検波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。ただし、搬送波の振幅を  $E_C$ 〔V〕、変調度を  $m \times 100$ 〔%〕、搬送波及び信号(変調信号)波の角周波数をそれぞれ  $\omega$ 〔rad/s〕及び  $p$ 〔rad/s〕、抵抗を  $R$ 〔 $\Omega$ 〕、コンデンサの静電容量を  $C$ 〔F〕とし、また、 $\omega \gg (1/CR) \gg p$  とする。

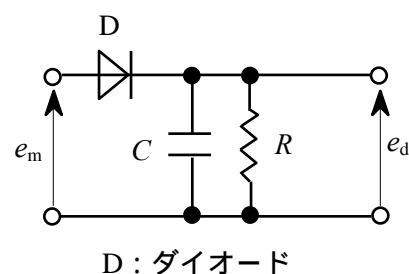
- (1) 直線検波器の出力  $e_d$  は次式で表される。ただし、 $E_D$ 〔V〕は、直流電圧で、直線検波器に  $e_m = E_C \cos \omega t$ 〔V〕を加えたときの直線検波器の出力の平均値に等しい。

$$e_d = \boxed{A} \text{〔V〕}$$

- (2) 検波効率  $\eta$  は、直線検波器の出力  $e_d$  の変調信号成分を、振幅変調波  $e_m$  の変調信号成分  $\boxed{B}$ 〔V〕で割った値であるから、次式で表される。

$$\eta = \boxed{C}$$

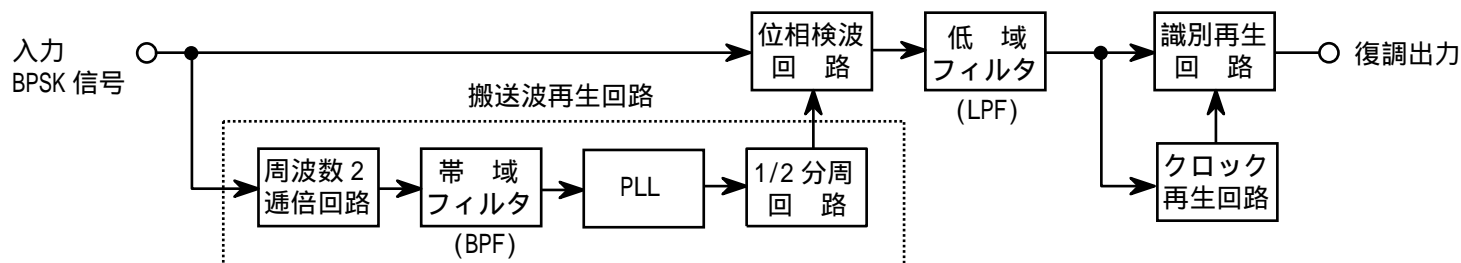
A	B	C
1 $m E_D \cos pt$	$m E_C \cos pt$	$E_D / E_C$
2 $m E_D \cos pt$	$E_C (1+m \cos pt)$	$E_D / (2E_C)$
3 $E_D (1+m \cos pt)$	$E_C (1+m \cos pt)$	$E_D / (2E_C)$
4 $E_D (1+m \cos pt)$	$E_C (1+m \cos pt)$	$E_D / E_C$
5 $E_D (1+m \cos pt)$	$m E_C \cos pt$	$E_D / E_C$



A - 6 次の記述は、図に示す BPSK(2PSK)信号の復調回路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) この復調回路は、 $\boxed{A}$  検波方式を用いている。
- (2) 位相検波回路で入力したBPSK信号と搬送波再生回路で再生した搬送波との  $\boxed{B}$  を行い、低域フィルタ(LPF)、識別再生回路及びクロック再生回路によってデジタル信号を復調する。
- (3) 搬送波再生回路は、周波数2 逡倍回路、帯域フィルタ(BPF)、位相同期ループ(PLL)及び1/2 分周回路で構成されており、入力のBPSK 信号の位相がデジタル信号に応じて〔rad〕変化したとき、搬送波再生回路の帯域フィルタ(BPF)の出力の位相は  $\boxed{C}$  。

A	B	C
1 同期	加算	〔rad〕変化する
2 同期	掛け算	変わらない
3 遅延	掛け算	変わらない
4 遅延	加算	変わらない
5 遅延	掛け算	〔rad〕変化する



A - 7 次の記述は、FM 受信機の感度抑圧効果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 感度抑圧効果は、希望波信号に近接した強いレベルの妨害波が加わると、受信機の感度が低下したようになる現象である。
- 2 感度抑圧効果は、受信機の高周波増幅部あるいは周波数変換部の回路が、妨害波によって飽和状態になるために生ずる。
- 3 感度抑圧効果を軽減するには、高周波増幅部の利得を規定の信号対雑音比(S/N)が得られる範囲で低くする方法がある。
- 4 感度抑圧効果による妨害の程度は、妨害波が希望波の近傍にあって変調されているときは無変調の場合よりも小さくなる。
- 5 感度抑圧効果における妨害波の許容限界入力レベルは、希望波入力レベルが一定の場合、希望波信号と妨害波信号との周波数差が大きいほど高くなる。

A - 8 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の初段に設ける高周波増幅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。

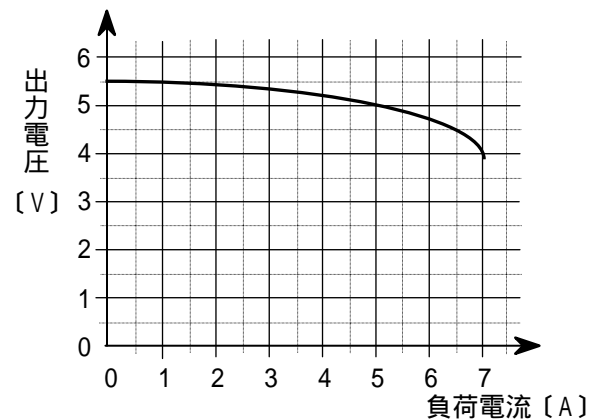
	A	B	C
(1) 受信機の雑音制限感度は、出力を規定の信号対雑音比(S/N)で得るために必要な □ A の受信機入力電圧をいい、受信機の総合利得及び初段の高周波増幅器の利得が十分大きいとき、高周波増幅器の □ B でほぼ決まる。	1 最小	帯域幅	近接周波数
(2) 高周波増幅器を設けると、□ C の電波による妨害の低減に効果がある。	2 最小	雑音指数	近接周波数
	3 最小	雑音指数	映像周波数
	4 最大	雑音指数	近接周波数
	5 最大	帯域幅	映像周波数

A - 9 スーパーヘテロダイン受信機の受信周波数が 8,545〔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 455〔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 9,365〔kHz〕      2 9,455〔kHz〕      3 9,545〔kHz〕      4 9,635〔kHz〕      5 9,725〔kHz〕

A - 10 電源の負荷電流と出力電圧の関係がグラフのように表されるとき、この電源の電圧変動率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、定格電流を 5〔A〕とする。

- 1 2.5〔%〕  
2 5.0〔%〕  
3 7.5〔%〕  
4 10.0〔%〕  
5 12.5〔%〕



A - 11 次の記述は、無停電電源装置用二次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。

	A	B	C
(1) 充電器、蓄電池及び負荷を □ 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。	1 並列	充電器	蓄電池
(2) 通常の使用状態では、負荷には □ B から電流が供給される。	2 並列	充電器	負荷
(3) 充電器の電圧変動が □ C で吸収されるので、供給電圧が安定する。	3 並列	蓄電池	負荷
	4 直列	充電器	負荷
	5 直列	蓄電池	蓄電池

A - 12 次の記述は、ASR(空港監視レーダー)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) ASR は、航空機の位置を探知し、SSR(航空用二次監視レーダー)を併用して得た航空機の □ A 情報を用いることにより、航空機の位置を □ B 的に把握することが可能である。	1 高度	三次元	ファラデー効果
(2) 移動する航空機の反射波の位相が □ C によって変化することを利用して山岳、地面及び建物などの固定物標からの反射波を除去し、移動目標の像をレーダーの指示器に明瞭に表示することができる MTI(移動目標指示装置)を用いている。	2 方位	二次元	ドブラ効果
	3 方位	三次元	ドブラ効果
	4 方位	二次元	ファラデー効果
	5 高度	三次元	ドブラ効果

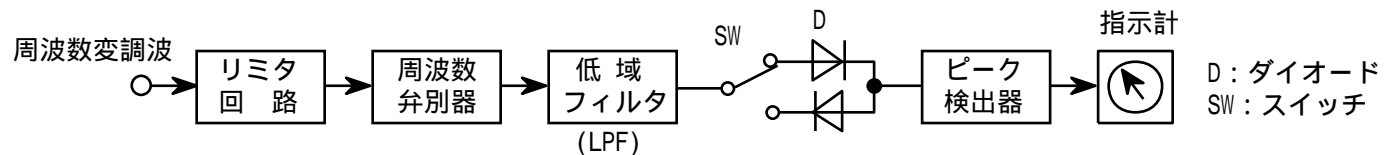
A - 13 次の記述は、パルス変調について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

	A	B	C
(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、パルスの周期及び幅は一定である。	1 振幅	位相	正負の極性
(2) パルス位相(位置)変調(PPM)は、入力信号の □ B 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。	2 振幅	振幅	正負の極性
(3) パルス符号変調(PCM)は、入力信号の □ C に応じて複数のパルスを組み合わせて表される符号が変化し、パルスの振幅及び幅は一定である。	3 振幅	振幅	振幅
	4 位相	振幅	正負の極性
	5 位相	位相	振幅

A - 14 最高周波数が4〔kHz〕のアナログ信号を標本化定理に基づき標本化し、8ビットで符号化した情報を伝送するために必要なビットレートとして、最も低い値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秒間に伝送される情報のビット数を表す。

- 1 16〔kbps〕      2 32〔kbps〕      3 64〔kbps〕      4 128〔kbps〕      5 256〔kbps〕

A - 15 次の記述は、図に示す構成例の周波数偏移計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 リミタ回路は、入力周波数変調波に含まれる不要な振幅成分を除去するために用いる。
- 2 周波数弁別器には、入力周波数変調波の周波数偏移に対する出力信号の振幅特性の直線性が良いものを用いる。
- 3 低域フィルタ(LPF)は、入力周波数変調波に含まれる高調波などの不要な周波数成分の影響を除去するために用いる。
- 4 指示計は、入力周波数変調波の周波数偏移のせん頭値を指示する。
- 5 入力周波数変調波の搬送周波数に対する周波数偏移の正負は、指示することができない。

A - 16 次の記述は、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) 使用する回路素子は、アナログ通信用のものに比較して、汎用化、LSI化の面で □ C □ である。

A	B	C
1 送信側	できる	不利
2 受信側	できない	有利
3 受信側	できる	不利
4 受信側	できる	有利
5 送信側	できない	不利

A - 17 次の記述は、デジタル方式の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。

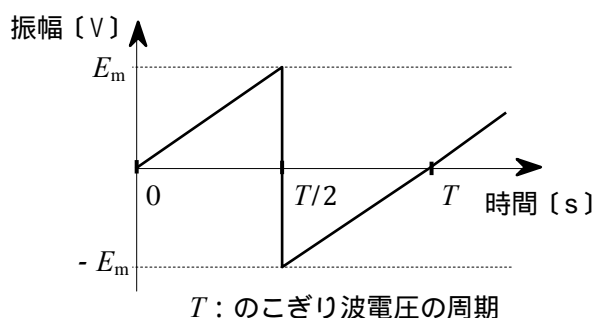
- 1 入力波形をA/D変換によりデジタル信号にしてメモリに順次記録し、そのデータをD/A変換により再びアナログ値に変換して入力された波形と同じ波形を観測する。
- 2 標本化定理によれば、直接観測することが可能な周波数の上限はサンプリング周波数の1/2までである。
- 3 単発性のパルスなど周期性のない波形に対しては、等価時間サンプリングを用いて観測できる。
- 4 単発現象でも、メモリに記録した波形情報を読み出すことによって静止波形として観測できる。
- 5 アナログ方式による観測に比べ、観測データの解析や処理が容易に行える。

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(真数)として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、雑音は、アップリンク熱雑音電力、ダウンリンク熱雑音電力、システム間干渉雑音電力及びシステム内干渉雑音電力のみとし、各雑音電力における搬送波電力対雑音電力比は、いずれも100(真数)とする。また、各雑音は、相互に相関を持たないものとする。

- 1 12      2 16      3 20      4 25      5 30

A - 19 図に示すのこぎり波電圧を、真の実効値を指示する電圧計で測定したときの指示値が1〔V〕であった。のこぎり波電圧の波高値  $E_m$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電圧計の誤差はないものとする。

- 1  $\sqrt{3}$ 〔V〕
- 2  $1/\sqrt{3}$ 〔V〕
- 3  $\sqrt{2}$ 〔V〕
- 4  $1/\sqrt{2}$ 〔V〕
- 5 1〔V〕

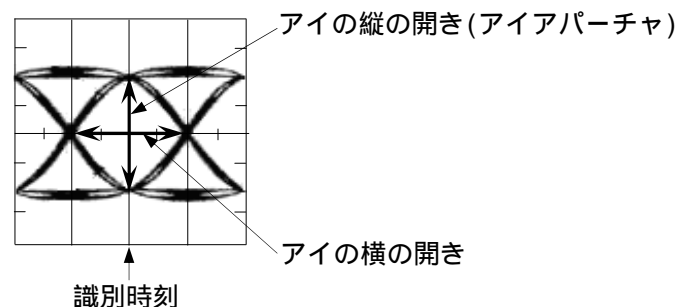


A - 20 次の記述は、デジタル伝送方式において、パルスの品質を評価するアイパターンの測定について述べたものである。

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。

- (1) 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。
- (2) 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 | 雑音 | クロック | 大きく |
| 3 | 雑音 | ドット  | 大きく |
| 4 | 雑音 | ドット  | 小さく |
| 5 | 信号 | クロック | 小さく |



B - 1 次の記述は、SSB(J3E)通信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 SSB(J3E)通信方式は、AM(A3E)波の一つ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。
- イ 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 1/4 である。
- ウ SSB(J3E)波は、変調信号の有るときだけ放射される。
- エ SSB(J3E)波は、AM(A3E)波に比べて選択性フェージングの影響を受けやすい。
- オ SSB(J3E)波は、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生じない。

B - 2 次の記述は、GPS(全地球的衛星航法システム)について述べたものである。 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) GPS は、宇宙に配置されたGPS衛星群、それを管制制御する地上基地局及びGPS受信機を持つ利用者からなる全地球的衛星航法システムである。このシステムは、 ア  個の衛星を高度約  イ  、軌道傾斜角55度及び周期約11時間58分の6つの軌道上に分散配置し、世界中どこにいても常時4個以上の衛星を観測できて3次元測位が可能となるようにしたものである。受信したそれぞれの電波は、GPS衛星に搭載されている  ウ  により共通の基準が与えられており、時間差や位相などを比較して受信点の位置、移動方向、速度などを計測することができる。
- (2) GPS衛星からは、1.2及び エ 〔GHz〕帯の二つの周波数の電波が送信されている。各衛星では、個々の衛星を識別するため及び オ  変調を行うため、各衛星ごとに異なる擬似雑音(PN)コードが割り当てられ、このPNコードと航法メッセージデータとで搬送波を位相変調(PSK)して送信する。

- |      |              |        |       |            |
|------|--------------|--------|-------|------------|
| 1 24 | 2 20,000〔km〕 | 3 水晶時計 | 4 1.5 | 5 OFDM     |
| 6 12 | 7 36,000〔km〕 | 8 原子時計 | 9 2.5 | 10 スペクトル拡散 |

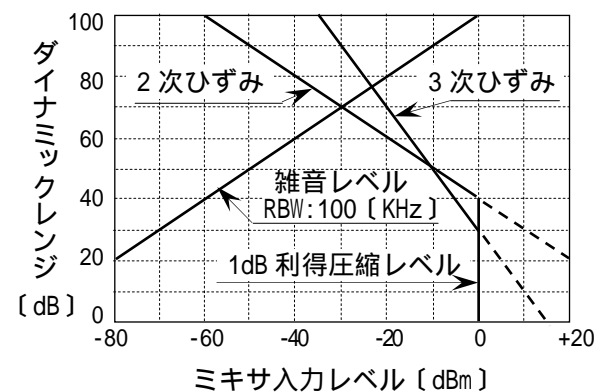
B - 3 次の記述は、衛星通信に用いられる多元接続方式について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) FDMA 方式は、相互変調積などの影響を軽減するためバックオフを □ ア □ し、中継器の電力増幅器の動作点を □ イ □ に近づけるとともに、相互変調波による干渉を避けるため通信路の配置にも工夫が必要である。
- (2) TDMA 方式は、通信路の時分割のために □ ウ □ で繰り返す TDMA フレームが定義され、このフレーム内の適当な長さの時間スロットが各地球局に通信路として割り当てられる。また、通信路間の衝突が生じないように □ エ □ を設ける必要がある。
- (3) CDMA 方式は、個々の通信路に □ オ □ の符号を割り当て、この符号で搬送波に変調を加えることによって通信路を分割することができる。

- |       |         |         |          |       |
|-------|---------|---------|----------|-------|
| 1 小さく | 2 線形領域  | 3 同一の周期 | 4 ガードバンド | 5 固有  |
| 6 大きく | 7 非線形領域 | 8 異なる周期 | 9 ガードタイム | 10 共通 |

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。

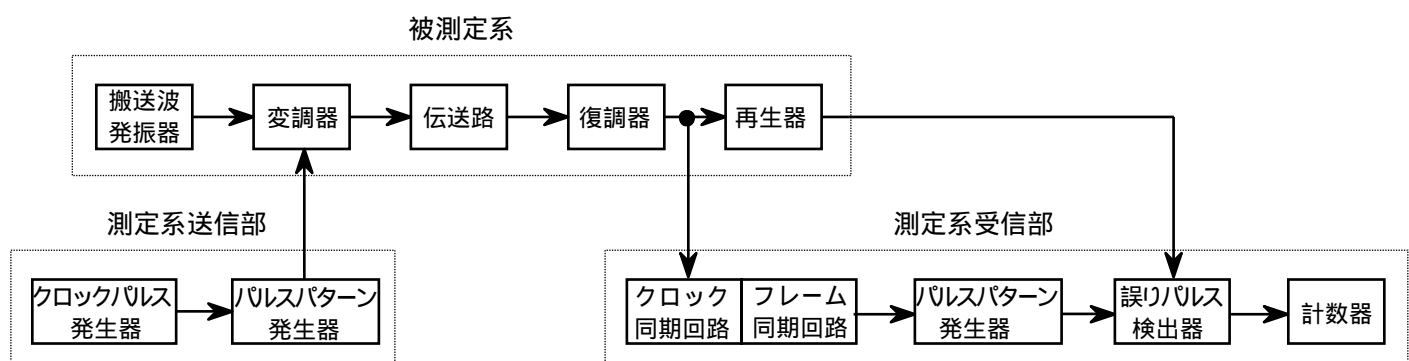
- (1) 測定対象となるスプリアス発射が送信機の搬送波(基本波)の高調波である場合、スペクトルアナライザの内部で高調波ひずみにより基本波の高調波が発生すると、両方の高調波が同一周波数のため完全に重なり、それらの □ ア □ 関係によって合成振幅は増加するか又は減少するかわからない。その結果、測定に影響を与えることになる。
- (2) 図は、一例として、あるスペクトルアナライザの仕様項目から、入力した二つの信号(送信機の搬送波と高調波)のレベル差をスペクトルアナライザの内部で発生する高調波ひずみや雑音の影響がなく、規定された確度で測定を行うことができる範囲を示したものであり、ミキサ入力レベルに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 残留応答    |
| 6 位相 | 7 最大の | 8 90 | 9 側波帯雑音 | 10 高調波ひずみ |

B - 5 次の記述は、図に示すデジタル通信回線のビット誤り率(BER)測定系の構成例において、被測定系の変調器と復調器が離れて設置されている場合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。

- (1) 測定系送信部は、クロックパルス発生器からのパルスにより制御されたパルスパターン発生器の出力を、被測定系の変調器に加える。測定に用いるパルスパターンとしては、実際のデジタル信号が通過する変調器、□ ア □ 及び復調器の応答特性が伝送周波数帯全域で測定でき、かつ遠隔地でも再現可能なように □ イ □ パターンを用いる。
- (2) 測定系受信部は、測定系送信部と同じパルスパターン発生器を持ち、被測定系の復調器出力の □ ウ □ から抽出したクロックパルス及びフレームパルスと □ エ □ パルス列を出力する。誤りパルス検出器は、このパルス列と被測定系の再生器出力のパルス列とを比較し、各パルスの極性の □ オ □ を検出して計数器に送り、ビット誤り率を測定する。



- |              |          |          |        |            |
|--------------|----------|----------|--------|------------|
| 1 パルスパターン発生器 | 2 擬似ランダム | 3 受信パルス列 | 4 非同期の | 5 有無       |
| 6 伝送路        | 7 ランダム   | 8 副搬送波   | 9 同期した | 10 一致又は不一致 |