

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、2 相位相変調 (BPSK) 信号及び 4 相位相変調 (QPSK) 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。ただし、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①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 □ B □ 倍にする必要がある。

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

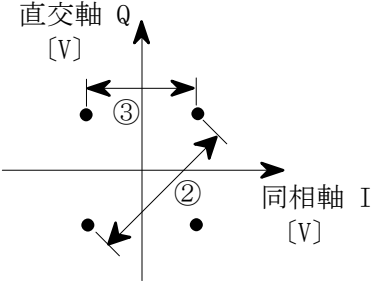
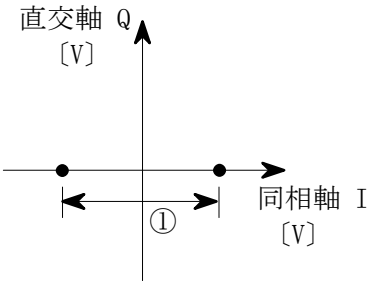


図 1 BPSK 信号空間ダイアグラム
 図 2 QPSK 信号空間ダイアグラム

A－2 次の記述は、我が国の中波放送における同期放送(精密同一周波放送)方式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。

- 同期放送は、相互に同期放送の関係にある基幹放送局の搬送周波数の差 Δf が 1 [kHz] を超えて変わらないものとし、同時に同一の番組を放送するものである。
- 同期放送では、相互に同期放送の関係にある基幹放送局の地表波対地表波の混信を考慮する必要がある。
- 相互に同期放送の関係にある基幹放送局の電波が受信できる地点の合成電界によるフェージングの繰り返しは、受信機の自動利得調整 (AGC) 機能や受信機のバーアンテナ等の指向性によって所定の混信保護比を満たすことにより、その改善が期待できる。
- 同期放送の混信保護比を満足しない場所において、相互に同期放送の関係にある基幹放送局の被変調波に位相差があると、合成された被変調波の波形が歪んだり、受信機の検波器の特性による歪を発生し易くなり、サービス低下の原因となる。
- 同期放送を行うことによりカーラジオ等の移動体に対するサービス改善が図れる。

A－3 次の記述は、LTE (Long Term Evolution) と呼ばれる我が国のシングルキャリア周波数分割多元接続 (SC-FDMA) 方式携帯無線通信を行う無線局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。

- (1) LTE は、セルラー方式の移動通信システムの通信規格の一つである。基地局から陸上移動局 (携帯端末) へ送信を行う場合は、直交周波数分割多重 (OFDM) 方式が用いられる。OFDM は、各サブキャリア信号のシンボル時間が遅延スプレッドに比較して相対的に □ A □ なるので、マルチパス遅延波による干渉を低減することができる。
- (2) OFDM のようなマルチキャリア方式では、それぞれのサブキャリア信号の変調波がランダムにいろいろな振幅や位相をとり、シングルキャリア方式に比較して信号のピーク電力対平均電力比 (PAPR) が高くなるため、高性能な線形出力特性を持つ送信電力増幅器が必要となる。LTE では、携帯端末から基地局へ送信する場合、PAPR の低減が可能なシングルキャリア方式である SC-FDMA が用いられている。このことは、送信電力増幅器の □ B □ を抑えることにつながるため、携帯端末の省電力化や送信電力増幅器の低廉化が可能となる。
- (3) 基地局から携帯端末へ送信を行う回線においては、無線フレーム長を短縮することにより、接続遅延や制御遅延などの短縮が可能となり、□ C □ の無線ネットワークを実現している。

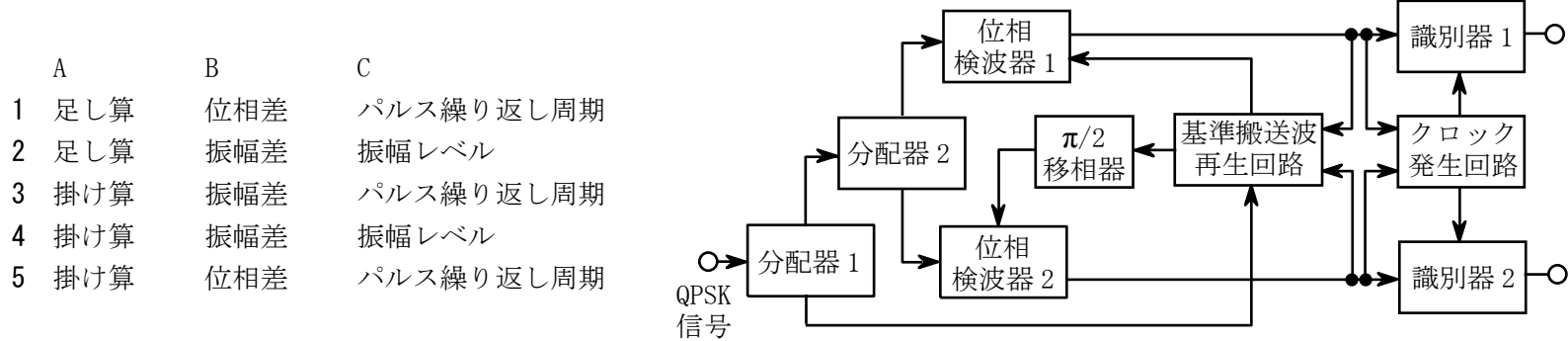
	A	B	C
1	長く	空中線電力	無遅延
2	長く	電力消費	無遅延
3	長く	電力消費	低遅延
4	短く	電力消費	低遅延
5	短く	空中線電力	無遅延

A－4 送信周波数が 151.0 [MHz] の送信機 T1 に、近傍に存在する送信機 T2 の電波が入り込み、150.2 [MHz] と 151.4 [MHz] の三次の相互変調波が発生した。このときの T2 の送信周波数として、正しいものを下の番号から選べ。

1	151.3 [MHz]	2	150.4 [MHz]	3	150.5 [MHz]	4	150.6 [MHz]	5	150.7 [MHz]
---	-------------	---	-------------	---	-------------	---	-------------	---	-------------

A-5 次の記述は、図に示すデジタル通信に用いられる4相位相変調(QPSK)復調器の原理的構成例について述べたものである。□内に入れ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、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、受信機の感度が抑圧される現象である。
- 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 妨害波の許容限界入力レベルは、希望波信号の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のほど低くなる。
- 5 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大きくなることがある。

A-7 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の妨害波の周波数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。

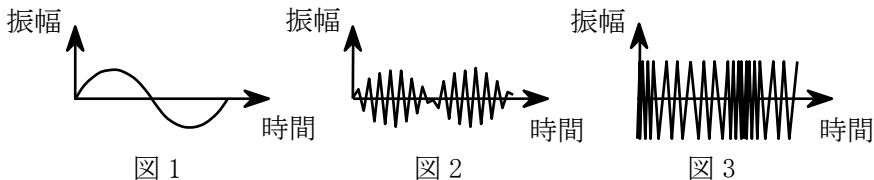
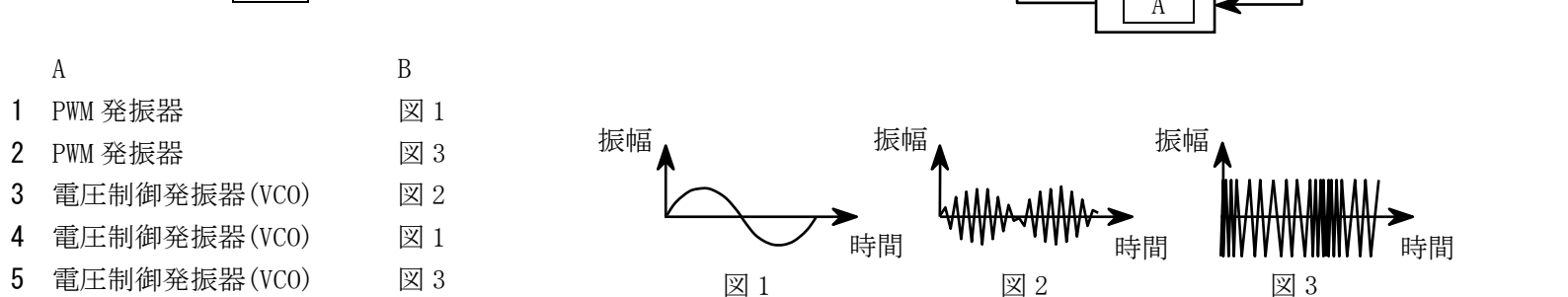
- | A | B |
|-----------|----|
| 1 中間周波数 | 高い |
| 2 中間周波数 | 低い |
| 3 信号周波数 | 高い |
| 4 局部発振周波数 | 低い |
| 5 局部発振周波数 | 高い |
- (1) 妨害波の周波数と受信機の局部発振周波数との差の周波数が □ A □ に等しいときは、希望波以外の不要な成分が受信機出力に生ずることがある。
- (2) 希望周波数が局部発振周波数より高いとき、妨害波の一つである映像周波数は、局部発振周波数より □ B □ 。

A-8 受信機の入力端に入力される信号 e の電力が -73 [dBm] のときの e の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、受信機の入力端のインピーダンスを 50 [Ω] とする。また、 1 [mW] を 0 [dBm]、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

- 1 10 [μV] 2 20 [μV] 3 30 [μV] 4 40 [μV] 5 50 [μV]

A-9 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) 周波数変調波において、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。

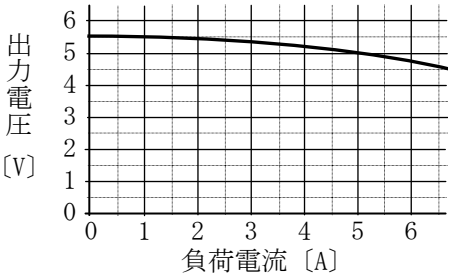


A-10 次の記述は、鉛蓄電池の充電について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 定電流充電は、常に一定の電流で充電する。
- 2 定電圧充電は、電池にかける電圧を充電終止電圧に設定し、これを一定に保って充電する。
- 3 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。
- 4 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、終期には定電圧で充電する。
- 5 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るようにする。

A-11 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 1 [%]
- 2 5 [%]
- 3 10 [%]
- 4 15 [%]
- 5 17 [%]

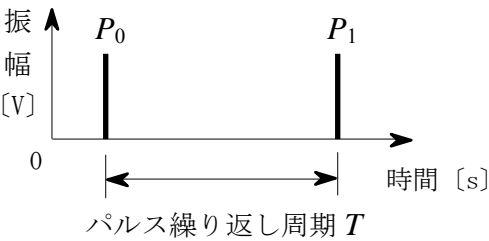


A-12 次の記述は、航空機の航行援助に用いられる ILS(計器着陸システム)について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 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 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。
- 4 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。
- 5 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。

A-13 次の記述は、図に示すパルスレーダーのパルス繰り返し周期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、電波の伝搬速度を 3×10^8 [m/s] とする。

- (1) パルスレーダーでは、最初のパルス P_0 がレーダーの探知領域内にある物標から反射され、レーダーに戻ってくるまで次のパルス P_1 が送信されないように、パルス繰り返し周期 T [s] を設定する。 P_0 が探知領域内の最大距離の往復に要する時間を T' [s] とすると、 T が T' より短いと、遠方にある物標からの P_0 の反射パルス P_0' が P_1 の □ A □ に受信され、見掛け上レーダーの近傍にある物標として誤って探知されることがある。
- (2) このような反射パルスが生じなくなる距離の最大値を 18 [km] にするためには、 T の値を □ B □ より長くする必要がある。



	A	B
1	送信前	60 [μs]
2	送信前	120 [μs]
3	送信後	120 [μs]
4	送信後	60 [μs]
5	送信後	600 [μs]

A-14 最高周波数が 3 [kHz] の音声信号を標本化及び量子化し、16 ビットで符号化してパルス符号変調(PCM)方式により伝送するときの通信速度の最小値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、標本化は、標本化定理に基づいて行う。また、同期符号等は無く、音声信号のみを伝送するものとする。

- 1 48 [kbps] 2 96 [kbps] 3 192 [kbps] 4 288 [kbps] 5 384 [kbps]

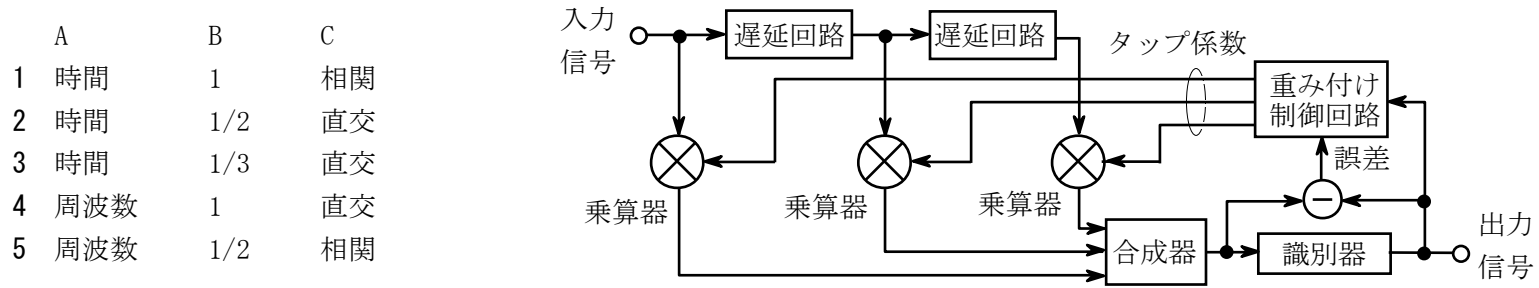
A-15 次の記述は、スペクトラム拡散通信方式について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 一般に、スペクトラム拡散方式には、□ A □ 方式、周波数ホッピング方式がある。
- (2) □ A □ 方式では、受信時における狭帯域の妨害波は、受信側で拡散されるので混信妨害を受け □ B □ 。
- (3) 周波数ホッピング方式は、□ C □ の妨害波により搬送波が妨害を受けても、搬送波がすぐに他の周波数に切り換わるため、混信妨害を受け難い。

	A	B	C
1	直接拡散	難い	狭帯域
2	直接拡散	易い	広帯域
3	FSK	易い	広帯域
4	FSK	難い	狭帯域
5	広帯域	易い	狭帯域

A-16 次の記述は、図に示すデジタル無線通信に用いられるトランスバーサル形自動等化器の原理的構成例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。

- (1) 周波数選択性フェージングなどによる伝送特性の劣化は、波形ひずみとなって現れるため、符号誤り率が大きくなる原因となる。トランスバーサル形自動等化器は、波形を補償する □ A □ 領域自動等化器の一つである。
- (2) 図に示すように、トランスバーサル形自動等化器は、□ B □ ビットずつパルス列を遅らせ、それぞれのパルスに重み係数(タップ係数)を乗じ、重み付けをして合成することにより、理論的に周波数選択性フェージングなどより生じた符号間干渉を打ち消すことができる。
- (3) 重み付けの方法は、図に示すように合成器の出力を識別器に入れ、識別時点における必要とする信号レベルとの誤差を検出し、この誤差が前後のどのパルスから生じたのかを、ビットと乗算して □ C □ 成分を検出し判定する。これにより、符号間干渉を与えているパルスに対するタップ係数を制御して誤差を打ち消す。



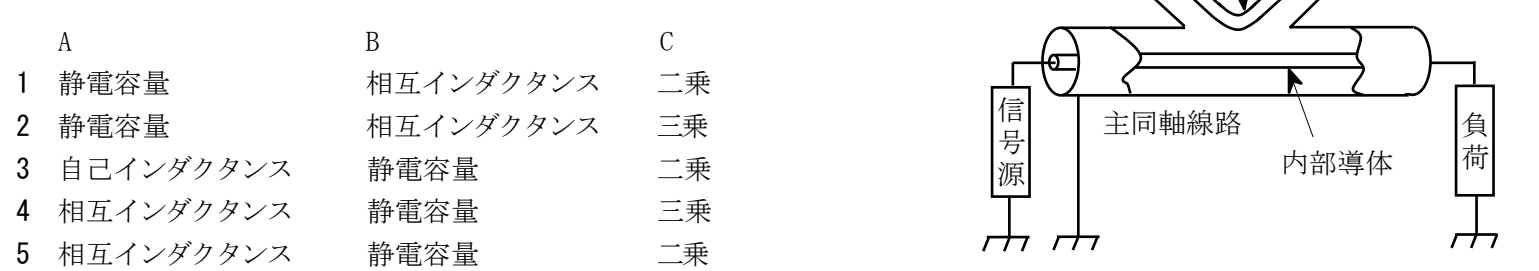
A-17 次の記述は、400〔MHz〕帯 F3E 送信設備のスプリアス発射及び不要発射の強度の測定値と、表に示す法令等による許容値との関係等について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、表中の基本周波数の平均電力及び基本周波数の搬送波電力は、当該送信設備の空中線電力の値と等しいものとする。

- (1) 表の許容値が適用される空中線電力 50〔W〕の送信設備について、帯域外領域におけるスプリアス発射の強度が 100〔μW〕のスプリアス発射を測定した。この場合、当該スプリアス発射の強度の値は、許容値 □ A □。
- (2) また、同送信設備について、スプリアス領域における不要発射の強度が 1〔μW〕の不要発射を測定した。この場合、当該不要発射の強度の値は、許容値 □ B □。
- (3) (2)のスプリアス領域における不要発射の強度は、参照帯域幅の範囲に □ C □ 不要発射の電力を積分した値である。

	A	B	C	許容値			
				基本周波数帯	空中線電力	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	スプリアス領域における不要発射の強度の許容値
1	を超えている	を超えている	含まれる	335.4〔MHz〕を超え470〔MHz〕以下	25〔W〕を超えるもの	1〔mW〕以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より70〔dB〕低い値	基本周波数の搬送波電力より70〔dB〕低い値
2	を超えている	以下である	含まれない				
3	を超えている	以下である	含まれる				
4	以下である	を超えている	含まれない				
5	以下である	以下である	含まれる				

A-18 次の記述は、図に示す CM 形電力計の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。

- (1) 副同軸線路には、その内部導体と主同軸線路の内部導体との間の □ A □ によって主同軸線路の電圧に比例する電流が流れる。
- (2) 副同軸線路には、その内部導体と主同軸線路の内部導体との間の □ B □ によって、主同軸線路に流れる電流に比例する電流が流れる。
- (3) CM 形電力計を構成する素子などが電氣的に一定の条件を満足するようにしてあれば、熱電対形電流計の指示は、熱電対形電流計の熱線に流れる電流の □ C □ に比例する。



A-19 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 2 [μs]
- 2 4 [μs]
- 3 10 [μs]
- 4 20 [μs]
- 5 40 [μs]

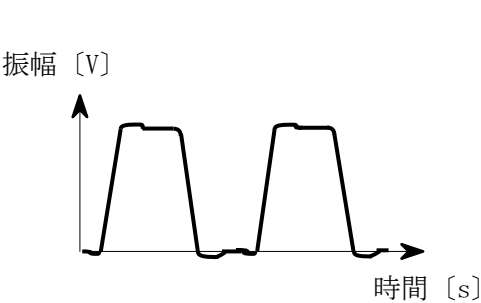


図 1

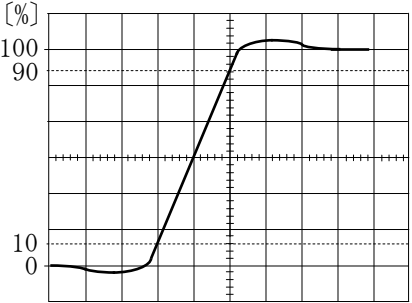
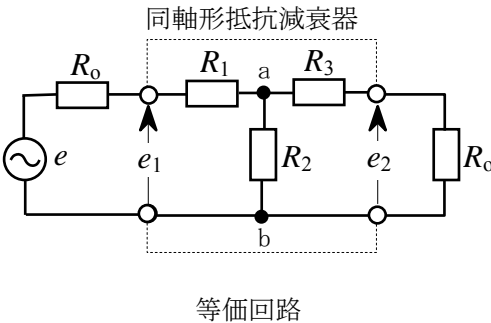
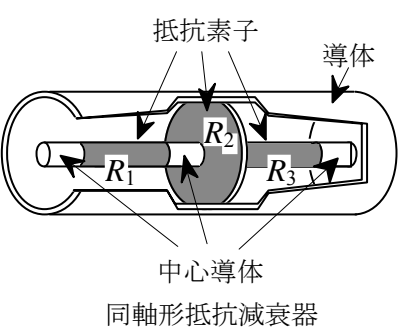


図 2

A-20 次の記述は、図に示す同軸形抵抗減衰器及びその等価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、抵抗素子 R_1 [Ω]、 R_2 [Ω] 及び R_3 [Ω] には、 $R_1 = R_3$ 、 $R_2 = 4R_1$ の関係があり、入出力の抵抗 R_0 の大きさは、 $R_0 = 3R_1$ [Ω] とする。

- (1) 端子 ab から負荷側を見た R_2 [Ω]、 R_3 [Ω] 及び R_0 [Ω] の合成インピーダンスは、□ A □ である。
- (2) 信号源電圧が e [V] のとき、減衰器の入力電圧 e_1 は $e_1 =$ □ B □ であり、 e_1 と出力電圧 e_2 との比からこの同軸形抵抗減衰器の減衰量を求めると、□ C □ である。

A	B	C
1 $2R_1$ [Ω]	$e/2$ [V]	9 [dB]
2 $2R_1$ [Ω]	$e/2$ [V]	6 [dB]
3 $2R_1$ [Ω]	$e/3$ [V]	3 [dB]
4 $3R_1$ [Ω]	$e/2$ [V]	6 [dB]
5 $3R_1$ [Ω]	$e/3$ [V]	3 [dB]

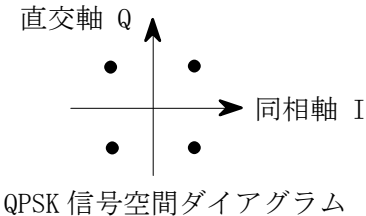
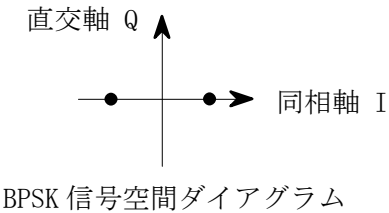


B-1 次の記述は、衛星通信に用いられる多元接続方式について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) FDMA 方式では、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 方式では、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 方式では、個々の通信路に □ オ □ 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 共通の符号
- 6 大きく 7 非線形領域 8 異なる周期 9 ガードタイム 10 固有の符号

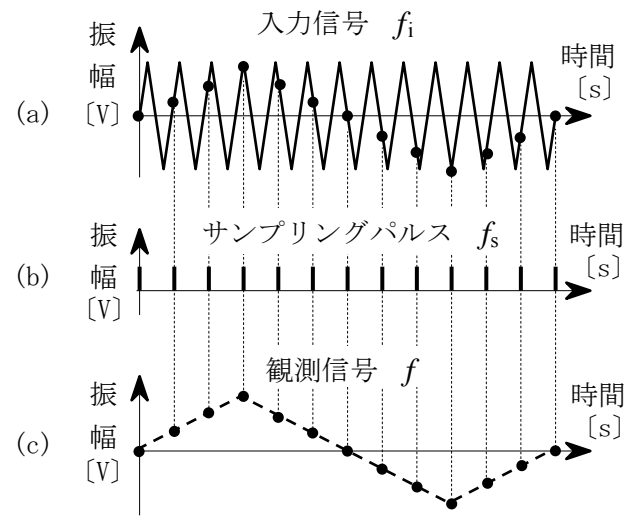
B-2 次の記述は、デジタル伝送におけるビット誤り等について述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。ただし、図に 2 相位相変調(BPSK)及び 4 相位相変調(QPSK)の信号空間ダイアグラムを示す。



- ア BPSK では、シンボル誤り率とビット誤り率は同じ値になる。
- イ 1,000,000 ビットの信号を伝送して、1 ビットの誤りがあった場合、ビット誤り率は、 10^{-3} である。
- ウ QPSK において、2 ビットのデータを各シンボルに割り当てる方法がグレイ符号に基づく場合は、縦横に隣接するシンボル間で誤りが生じたとき、常に 1 ビットの誤りですむ。
- エ QPSK において、2 ビットのデータを各シンボルに割り当てる方法が自然 2 進符号に基づく場合は、縦横に隣接するシンボル間で誤りが生じたとき、常に 2 ビットの誤りとなる。
- オ QPSK において、2 ビットのデータを各シンボルに割り当てる方法がグレイ符号に基づく場合と自然 2 進符号に基づく場合とで比べたとき、グレイ符号に基づく場合の方がビット誤り率を小さくできる。

B-3 次の記述は、サンプリングオシロスコープにおけるサンプリングの手法の一例についてその原理を述べたものである。
 [] 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、入力信号の周波数を f_i [Hz]、サンプリングパルスの周波数を f_s [Hz] 及び観測信号の周波数を f [Hz] とする。

- (1) 図の(a)に示す入力信号を、その周期より [ア] を持つ(b)のサンプリングパルスでサンプリングすると、観測信号として、(c)に示す入力信号の周期を [イ] したような観測波形が得られる。このときの観測信号の周波数 f は、[ウ] [Hz] で表されるので、直接観測することが難しい高い周波数の信号を、低い周波数の信号に変換して観測することができる。
- (2) サンプリングは、図に示すように入力信号の毎回の波形(1個ごと)に対して行うことは必ずしも必要でなく、複数個ごとに少しずつずらして行くと、このときのサンプリングパルスの周波数は、(1)のときのサンプリングパルスの周波数よりも、さらに [エ] 周波数のサンプリングパルスとなる。
- (3) このようなサンプリングによる低い周波数への変換は、周期性のない信号 [オ] 。



- 1 短い周期 2 短く 3 $f_i - f_s$ 4 高い 5 には適用できない
 6 長い周期 7 長く 8 f_s / f_i 9 低い 10 にも適用できる

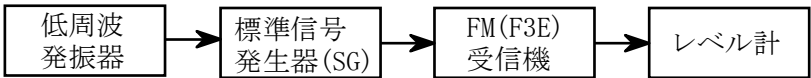
B-4 次の記述は、16 値直交振幅変調(16QAM)について述べたものである。[] 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

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

B-5 次の記述は、図に示す構成例を用いた FM(F3E) 受信機のスプリアス・レスポンスの測定手順の概要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) 受信機のスケルチを断(OFF)、標準信号発生器(SG)を試験周波数に設定し、1,000 [Hz] の [ア] 波により最大周波数偏移の許容値の 70 [%] の変調状態で、受信機に 20 [dBμV] 以上の受信機入力電圧を加え、受信機の復調出力が定格出力の 1/2 となるように受信機出力レベルを調整する。
- (2) [イ] の出力を断(OFF)とし、受信機の復調出力(雑音)レベルを測定する。
- (3) SG から試験周波数の無変調信号を加え、SG の出力レベルを調整して受信機の復調出力(雑音)レベルが(2)で求めた値より 20 [dB] [ウ] 値とする。このときの SG の出力レベルから受信機入力電圧を求め、これを A [dB] とする。
- (4) 次に、SG の出力を(3)の測定時の値から変化させて、スプリアス・レスポンスの許容値より 20 [dB] 程度 [エ] とし、SG の周波数を掃引してスプリアス・レスポンスの発生する周波数を探索する。この探索は原則として受信機の間周波数から試験周波数の 3 倍までの周波数範囲について行う。
- (5) (4)の探索でスプリアス・レスポンスを検知した各周波数について、SG の出力を調整し受信機の復調出力(雑音)レベルが [オ] の測定時の値と等しい値となるときの SG 出力から、このときの受信機入力電圧 B [dB] を求める。スプリアス・レスポンスは、この B の値と、(3)で求めた A の値との差として測定することができる。



- 1 三角 2 標準信号発生器(SG) 3 高い 4 高い値 5 (3)
 6 正弦 7 低周波発振器 8 低い 9 低い値 10 (2)