

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、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。

伝送方式には、□ A 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 □ B ため、本質的にマルチパスの影響を受けにくい。さらに、□ C を設定することにより、マルチパスの影響を抑えることができる。

	A	B	C
1	OFDM	短い	ガードインターバル
2	OFDM	短い	バックオフ
3	OFDM	長い	ガードインターバル
4	VSB	短い	バックオフ
5	VSB	長い	バックオフ

A－2 次の記述は、デジタル位相変調方式を用いた BPSK 及び QPSK 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) 一般に、BPSK は変調信号に対して、□ A [rad] の間隔で搬送波の位相を割り当てる。
- (2) QPSK 波は、二つの直交する BPSK 波を □ B することによって得ることができる。
- (3) 同じ符号誤り率を達成するための搬送波電力対雑音電力比(所要 C/N)は、理論的に BPSK に比べて QPSK の方が □ C 。

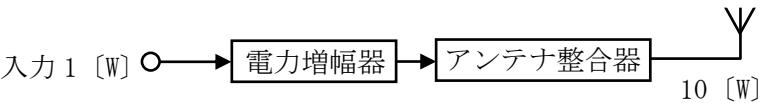
	A	B	C
1	$\pi/2$	加算	小さい
2	$\pi/2$	乗算	大きい
3	π	乗算	小さい
4	π	加算	大きい
5	π	加算	小さい

A－3 次の記述は、直交振幅変調(QAM)等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。

- (1) 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。
- (2) 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	$2T$	$\frac{1+\alpha}{2T}$	$\frac{1-\alpha}{2T}$
4	$2T$	$\frac{1-\alpha}{2T}$	$\frac{1+\alpha}{T}$
5	T	$\frac{1-\alpha}{2T}$	$\frac{1-\alpha}{T}$

A－4 図に示す送信設備の終段部の構成において、1 [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 10 [W] とするとき、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 1 [dB] とする。



- 1 9 [dB] 2 10 [dB] 3 11 [dB] 4 12 [dB] 5 13 [dB]

A－5 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。

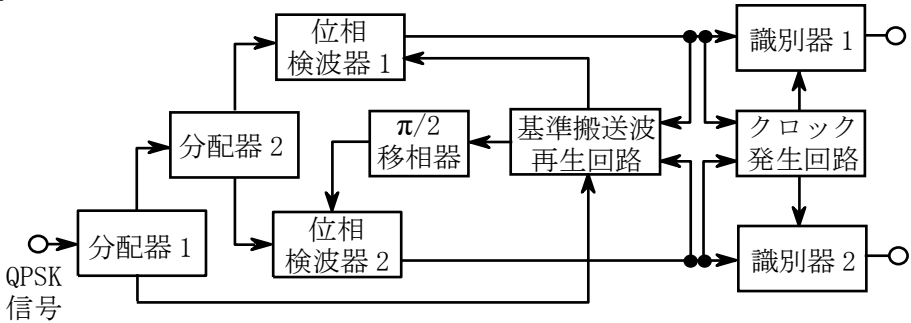
- (1) 妨害波の周波数と受信機の局部発振周波数との差の周波数が □ A に等しいときは、希望波以外の不要な成分が受信機出力に生ずることがある。
- (2) 希望周波数が局部発振周波数より低いとき、妨害波の一つである映像周波数は、局部発振周波数より □ B 。

	A	B
1	信号周波数	高い
2	局部発振周波数	低い
3	局部発振周波数	高い
4	中間周波数	高い
5	中間周波数	低い

A-6 次の記述は、図に示すデジタル通信に用いられる 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	B	C
1 掛け算	位相差	パルス繰り返し周期
2 掛け算	振幅差	パルス繰り返し周期
3 掛け算	振幅差	振幅レベル
4 足し算	位相差	パルス繰り返し周期
5 足し算	振幅差	振幅レベル



A-7 雑音指数が 4 [dB] で有能利得が 14 [dB] の高周波増幅器の入力端における雑音の有能電力（熱雑音電力）が -118 [dBm] であるとき、出力端における雑音の有能電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、1 [mW] を 0 [dBm] とする。

- 1 -86 [dBm]
- 2 -96 [dBm]
- 3 -100 [dBm]
- 4 -104 [dBm]
- 5 -108 [dBm]

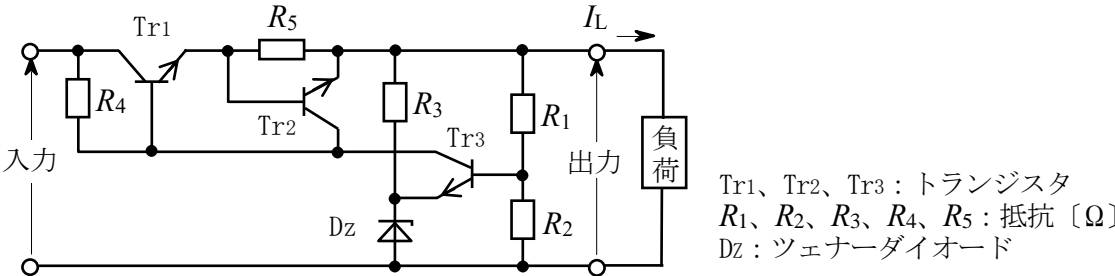
A-8 受信機の入力端に入力される信号 e の電力が -73 [dBm] のときの e の電圧の実効値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、受信機の入力端のインピーダンスを 50 [Ω] とする。また、1 [mW] を 0 [dBm]、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

- 1 0.5 [μV]
- 2 2 [μV]
- 3 3 [μV]
- 4 5 [μV]
- 5 50 [μV]

A-9 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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

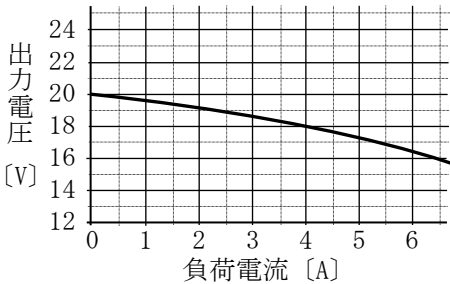
- (1) 電流制限形保護回路として、動作するトランジスタは □ A □ であり、過負荷又は負荷が短絡したとき、Tr1 に過大な電流が流れないようにする。
- (2) 負荷電流 I_L [A] が過大な電流になり、 R_5 の両端の電圧が規定の電圧より大きくなると、□ A □ のコレクタ電流が □ B □ するため、Tr1 のベース電流が □ C □ し、 I_L が規定値以下になるよう電流を制限することができる。

A	B	C
1 Tr2	減少	減少
2 Tr2	増加	減少
3 Tr2	減少	増加
4 Tr3	減少	増加
5 Tr3	増加	減少



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 4 [A] とする。

- 1 7.0 [%]
- 2 8.1 [%]
- 3 9.5 [%]
- 4 10.0 [%]
- 5 11.1 [%]



A-11 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。

- (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。
- (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。

	A	B	C
1	方位	二次元	ドプラ効果
2	方位	三次元	ドプラ効果
3	方位	二次元	ファラデー効果
4	高度	三次元	ドプラ効果
5	高度	三次元	ファラデー効果

A-12 パルスレーダーにおいて、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] の値として、最も近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 30 [dB]、雑音は熱雑音のみとし、受信機の雑音指数の値は 2(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 5×10^{-15} [W] とし、 $\log_{10} 2 = 0.3$ とする。

- 1 -80 [dBm] 2 -84 [dBm] 3 -86 [dBm] 4 -88 [dBm] 5 -90 [dBm]

A-13 次の記述は、スペクトル拡散(SS)通信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。

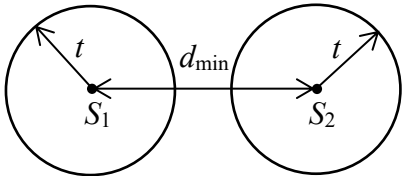
- 1 直接拡散方式は、送信側で用いた擬似雑音符号と異なる符号でしか復調(逆拡散)できないため秘話性が高い。
- 2 直接拡散方式は、一例として、デジタル信号を擬似雑音符号により広帯域信号に変換した信号で搬送波を変調する。受信時における狭帯域の妨害波は、受信側で拡散されるので混信妨害を受けにくい。
- 3 周波数ホッピング方式は、狭帯域の妨害波により搬送波が妨害を受けても、搬送波がすぐに他の周波数に切り換わるため、混信妨害を受けにくい。
- 4 周波数ホッピング方式は、搬送波周波数を擬似雑音符号によって定められた順序で時間的に切り換えることにより、スペクトラムを拡散する。
- 5 通信チャネルごとに異なる擬似雑音符号を用いる多元接続方式は、CDMA 方式と呼ばれる。

A-14 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。このうち誤っているもの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周波数軸上に配置する方式である。
- 2 FDMA 方式において、個々の通信路がそれぞれ単一の回線で構成されるとき、これを MCPC という。
- 3 TDMA 方式は、時間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ガードタイムを設ける。
- 5 CDMA 方式は、中継器の同一の周波数帯域を多数の地球局が同時に使っても共用でき、それぞれ独立に通信を行う。

A-15 次の記述は、ブロック符号を例にして、誤り訂正符号の生成及び誤り検出・訂正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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

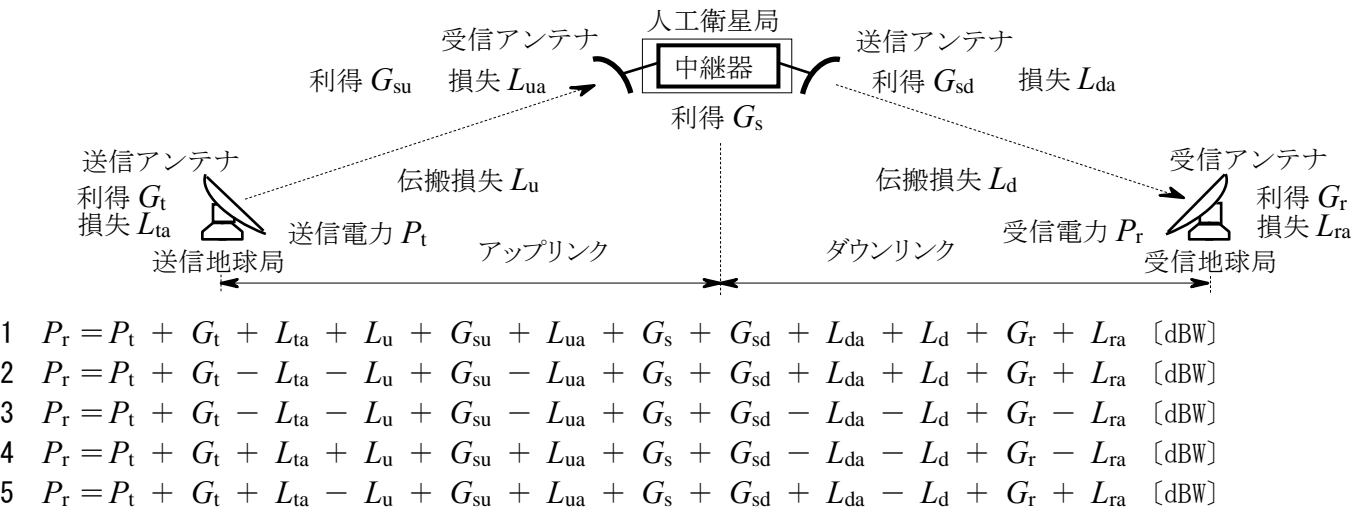
- (1) 送信側では、受信側へ送信する情報データに対して□A□を計算し、その計算した□A□を情報ビットに付加して符号語を生成する。例えば、生成した符号語 S_1 と S_2 を受信側へ伝送したとき、その伝送路上でさまざまなノイズの影響を受け、 S_1 の d 個のビットが反転して S_1 と S_2 が同じものとなった場合は、受信側では誤って S_1 を S_2 と判断してしまう。
- この場合の送信側の S_1 と S_2 間のハミング距離は、□B□である。
- (2) 図は、ハミング距離の空間について、 S_1 と S_2 のビットがそれぞれ t 個反転したときの範囲を円で示している。 S_1 と S_2 のハミング距離の最小距離を d_{\min} とすると、一般に、 $d_{\min} \geq$ □C□であれば、図に示すようにハミング距離の空間内で、 S_1 と S_2 を中心とする半径 t の円は互いに交わったり接したりすることがない。よって、 S_1 と S_2 が、受信側の誤り検出・訂正によって間違えずに見分けられるために許される誤りの数は t 個以下であることがわかる。
- (3) 一般に、ブロック符号では、送信側の S_1 と S_2 間のハミング距離を必ず□C□以上になるように工夫して□A□を計算して情報ビットに付加し送信する。受信側では、任意の符号語間のハミング距離が□C□以上とわかっているから t 個以下の誤りを訂正できる。



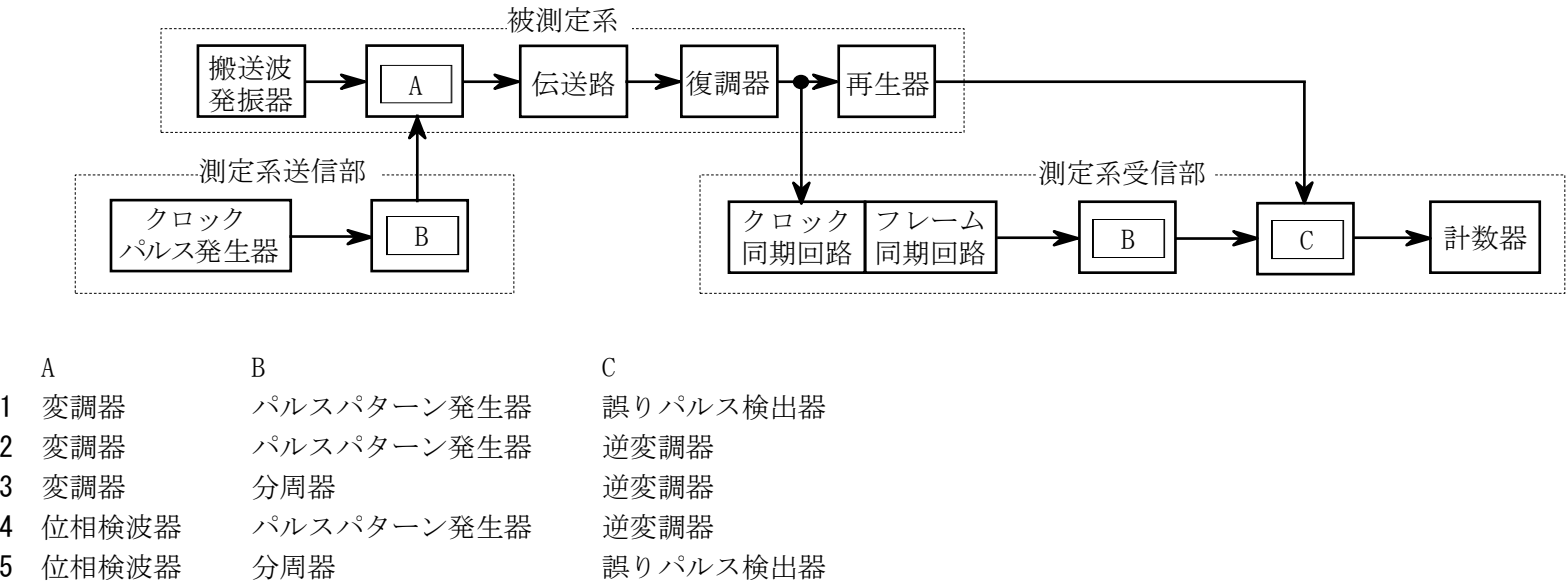
	A	B	C
1	最上位ビット	$2d$	$2t+1$
2	最上位ビット	d	$2t-1$
3	検査ビット	d	$2t-1$
4	検査ビット	$2d$	$2t-1$
5	検査ビット	d	$2t+1$

A-16 図に示す衛星通信回線の構成例において、受信地球局の受信電力 P_r を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。
 ただし、回線は、以下のパラメータを有するものとする。また、送信地球局の送信電力 P_t 及び受信地球局の受信電力 P_r は、それぞれ 1 [W] を 0 [dBW] とし、その他のパラメータは、全てデシベルを用いた正の値で表している。

送信地球局：送信電力 P_t [dBW]、送信アンテナ利得 G_t [dBi]、送信アンテナの給電損失、指向損失及び偏波不整合損失 L_{ta} [dB]
 人工衛星局：中継器利得 G_s [dB]、送信アンテナ利得 G_{sd} [dBi]、送信アンテナの給電損失、指向損失及び偏波不整合損失 L_{da} [dB]
 受信アンテナの利得 G_{su} [dBi]、受信アンテナの給電損失、指向損失及び偏波不整合損失 L_{ua} [dB]
 受信地球局：受信アンテナ利得 G_r [dBi]、受信アンテナの給電損失、指向損失及び偏波不整合損失 L_{ra} [dB]
 アップリンク：伝搬損失(自由空間損失、大気吸収損失及び降雨減衰損失を含む。) L_u [dB]
 ダウンリンク：伝搬損失(自由空間損失、大気吸収損失及び降雨減衰損失を含む。) L_d [dB]

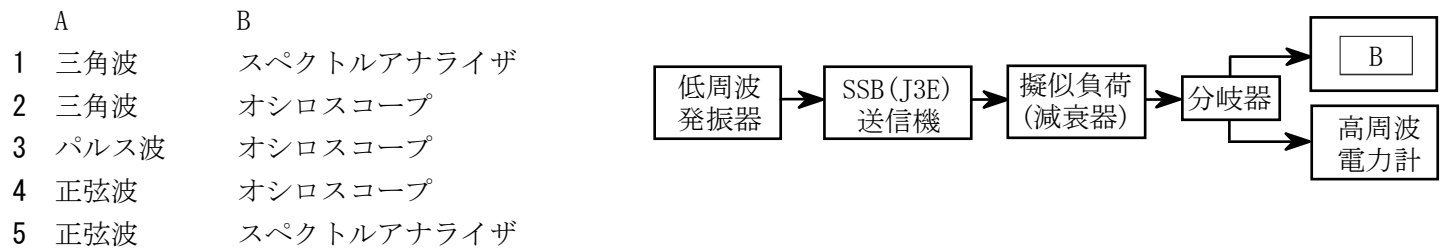


A-17 図は、デジタル無線回線において被測定系の送信装置と受信装置が伝送路を介して離れている場合のビット誤り率測定の構成例を示したものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。



A-18 次の記述は、法令等で規定された SSB (J3E) 送信機の搬送波電力(本来抑圧されるべきもの)の測定法の概要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。

- 測定構成を図に示す。
- SSB (J3E) 送信機を指定のチャンネルに設定する。
- 変調は、□ A の 1, 500 [Hz] によって空中線電力を定格電力の 80 [%] に設定する。
- 所定の条件により設定した □ B を掃引し、画面に上側波帯電力と搬送波電力を表示して、それぞれの電力 (dBm) を測定する。測定結果として、測定した上側波帯電力と搬送波電力の差を求め、その差が 40 [dB] 以上あることを確認する。



A-19 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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、 $\log_e(1/0.9)=0.1$ 及び $\log_e(1/0.1)=2.3$ とする。また、 e は自然対数の底とする。

(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、この特性の等価回路は図 1 に示す一次の □ A で近似でき、そのステップ応答波形は、図 2 で表される。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。

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

(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。

$$0.1 = 1 - e^{-t'/(CR)} \\ t' \doteq 0.1 CR \text{ [s] ----- ②}$$

同様に 0 [%] から 90 [%] になる時間 t'' は次のようになる。

$$t'' \doteq \text{□ B [s] ----- ③}$$

垂直増幅器の高域しや断周波数 f_c は、□ C [Hz] に等しく、これと式②及び式③より立ち上がり時間 T_r を求めると、 T_r は f_c と近似的に次式の関係がある。

$$T_r = t'' - t' \doteq 0.35 / f_c \text{ [s]}$$

A	B	C
1 低域フィルタ (LPF)	0.23 CR	$2\pi CR$
2 低域フィルタ (LPF)	2.3 CR	$1/(2\pi CR)$
3 低域フィルタ (LPF)	2.3 CR	$2\pi CR$
4 高域フィルタ (HPF)	0.23 CR	$1/(2\pi CR)$
5 高域フィルタ (HPF)	2.3 CR	$2\pi CR$

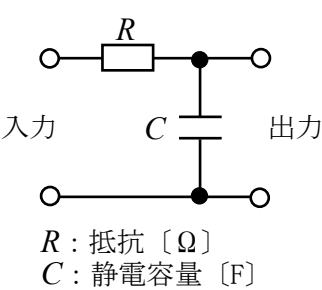


図 1

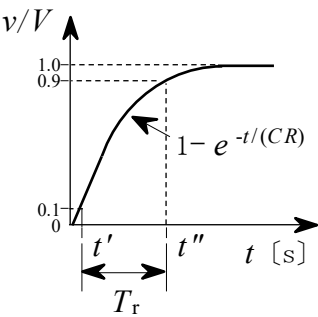
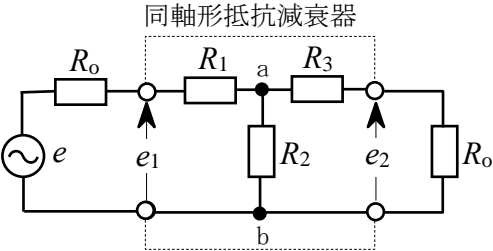
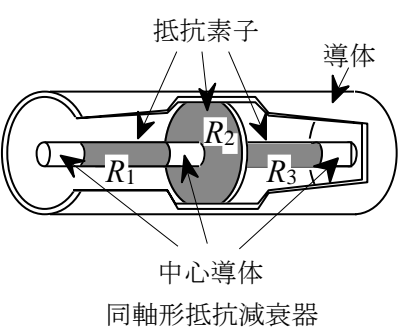


図 2

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_o の大きさは、 $R_o = 3R_1$ [Ω] とする。

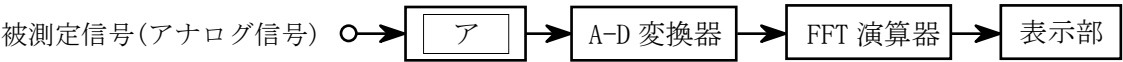
(1) 端子 ab から負荷側を見た R_2 [Ω]、 R_3 [Ω] 及び R_o [Ω] の合成インピーダンスは、□ A である。
 (2) 信号源電圧が e [V] のとき、減衰器の入力電圧 e_1 は $e_1 = \text{□ B}$ であり、 e_1 と出力電圧 e_2 との比からこの同軸形抵抗減衰器の減衰量を求めると、□ C である。

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



等価回路

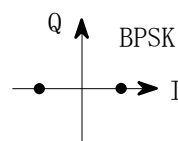
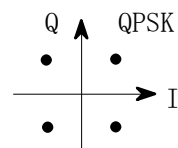
B-1 次の記述は、図に示す FFT アナライザの原理的な構成例について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。



(1) A-D 変換器は、□ ア 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る。
 (2) A-D 変換器の出力であるデジタルデータは、FFT 演算器で演算処理(高速フーリエ変換(FFT))されて □ イ のデータに変換され表示部に表示される。
 (3) FFT アナライザは、被測定信号に含まれる周波数、振幅、位相の三要素をとらえることが □ ウ である。
 (4) □ ア を通過した被測定信号(A-D 変換器の入力信号)を忠実に表示するためには、理論的に、A-D 変換器のサンプリング周波数を、被測定信号成分の最高周波数の □ エ より高い周波数とする。
 (5) □ ア は、A-D 変換器においてサンプリング時に発生する可能性のある □ オ を防止する。

1 できない	2 1/2	3 低域フィルタ (LPF)	4 エイリアシング(折り返し)誤差	5 周波数領域
6 できる	7 2 倍	8 高域フィルタ (HPF)	9 量子化誤差	10 時間領域

B-2 次の記述は、図の信号点配置図に示す QPSK 及び BPSK の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。



- ア 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。
- イ 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。
- 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。
- エ BPSK では、シンボル誤り率とビット誤り率は同じ値になる。
- オ 2,000,000 ビットの信号を伝送して、2 ビットの誤りがあった場合、ビット誤り率は、 10^{-4} である。

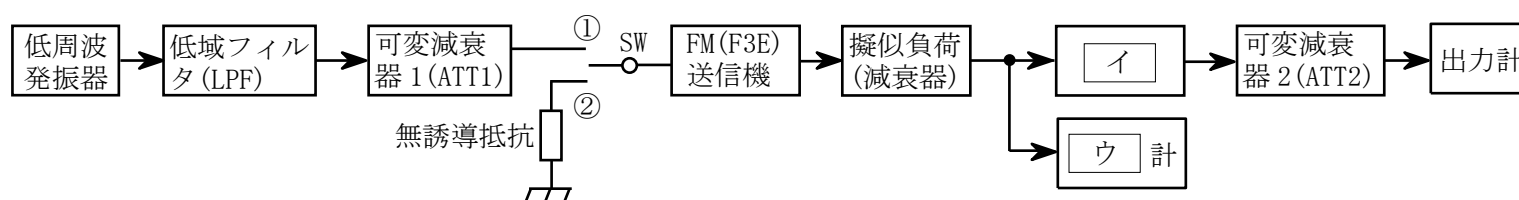
B-3 次の記述は、デジタル変調方式である 16QAM 等について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (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) 16QAM を QPSK と比較すると、一般的に、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 16PSK と比較すると、理論的に、同じ C/N のときのビット誤り率 (BER) は、□ オ の方が小さい。

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

B-4 次の記述は、図に示す構成例を用いた FM(F3E) 送信機の信号対雑音比 (S/N) 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、各機器間の整合はとれているものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) スイッチ SW を②側に接続して送信機の入力端子を無誘導抵抗に接続し、送信機から □ ア を出力する。□ イ の出力を出力計の指示値が読み取れる値 V [V] となるように可変減衰器 2 (ATT2) を調整し、このときの可変減衰器 2 (ATT2) の読みを D_1 [dB] とする。
- (2) 次に、SW を①側に接続し、低周波発振器から規定の変調信号を低域フィルタ (LPF) 及び可変減衰器 1 (ATT1) を通して送信機に加え、□ ウ が規定値になるように □ エ を調整する。
- (3) また、□ イ の出力が (1) と同じ V [V] となるように可変減衰器 2 (ATT2) を調整し、このときの可変減衰器 2 (ATT2) の読みを D_2 [dB] とすれば、求める信号対雑音比 (S/N) は、□ オ [dB] である。



- | | | | | |
|--------|------------|---------|------------------|----------------|
| 1 変調波 | 2 FM 直線検波器 | 3 周波数偏移 | 4 可変減衰器 2 (ATT2) | 5 $D_2 + D_1$ |
| 6 無変調波 | 7 包絡線検波器 | 8 ひずみ率 | 9 可変減衰器 1 (ATT1) | 10 $D_2 - D_1$ |

B-5 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。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。

- ア 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。
- イ 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ほど低くなる。
- ウ 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もある。
- エ 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。
- オ 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) が得られる範囲で高くする方法がある。