

GA007

## 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 - 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。

$$P_T = P_C J_0^2(m) + P_C \{ J_1^2(m) + J_2^2(m) + J_3^2(m) + \dots \}$$

$$= P_C J_0^2(m) + P_C \sum_{n=1}^{\infty} J_n^2(m) \text{ [W] } \text{-----}$$

- (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。

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

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  $P_T$  に対する比は、次式より求められる。

$$= \text{□ B } \text{-----}$$

- (3) 我が国では、占有周波数帯幅を定める値は □ C と規定されている。

	A	B	C
1	1	$J_0^2(m) + 2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.99
2	1	$2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.99
3	1	$J_0^2(m) + 2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.95
4	2	$2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.95
5	2	$J_0^2(m) + 2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.99

A - 次の記述は、SSB (J3E) 変調波のスペクトル及び波形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、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 搬送波の周波数が  $f_c$  [Hz]、変調信号の周波数が  $f_p$  [Hz] のとき、上側波帯を用いる SSB 変調波のスペクトルは、□ A で表される。
- (2) □ A のスペクトルと対応する波形は、□ B である。

	A	B
1	図 1	図 4
2	図 1	図 5
3	図 2	図 5
4	図 3	図 5
5	図 3	図 6

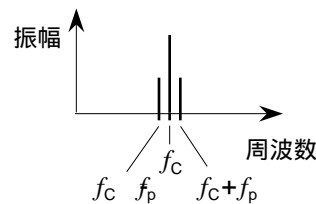


図 1

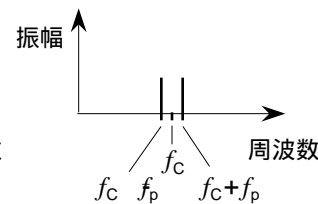


図 2

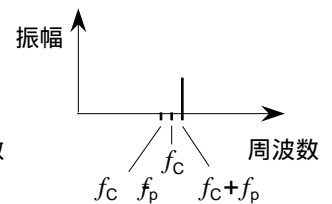


図 3

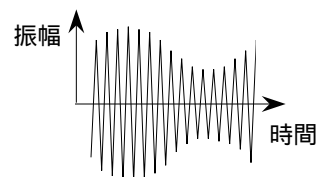


図 4

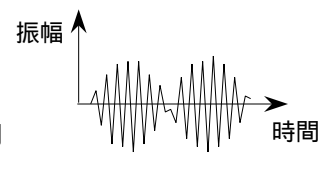


図 5

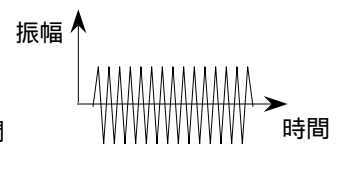
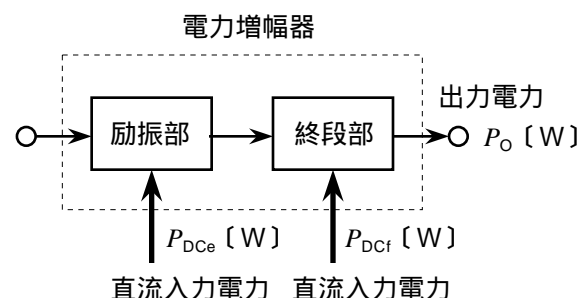


図 6

A - 3 図に示す電力増幅器の総合的な電力効率を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、終段部の出力電力を  $P_O$  [W]、終段部の直流入力電力を  $P_{DCf}$  [W]、励振部の直流入力電力を  $P_{DCE}$  [W] とする。

- $(P_O / P_{DCf}) \times 100$  [%]
- $\{P_O / (P_{DCf} - P_{DCE})\} \times 100$  [%]
- $\{P_O / (P_{DCf} + P_{DCE})\} \times 100$  [%]
- $\{(P_O - P_{DCE}) / P_{DCf}\} \times 100$  [%]
- $\{(P_O + P_{DCE}) / P_{DCf}\} \times 100$  [%]



A - 4 次の記述は、デジタル通信に用いられる QPSK (4PSK) 波を伝送するときの最小帯域幅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) QPSK 波は、一つのシンボルで □ A □ ビットの情報を伝送することができる。

(2) ベースバンド伝送系において、シンボルの間隔を  $T$  [s] とすると、  
 $1/(2T)$  [Hz] の帯域幅をもつ理想矩形フィルタを用いれば、符号間干渉  
を零にしてパルスをはみなく伝送できるとされている。したがって、 $T$   
が  $1/(18 \times 10^6)$  [s] のとき、□ B □ の帯域があればよい。

(3) QPSK 波は、両側帯波であるから、伝送するときの最小帯域幅として、  
□ C □ が必要である。

	A	B	C
1	4	9 [MHz]	36 [MHz]
2	4	36 [MHz]	72 [MHz]
3	2	9 [MHz]	36 [MHz]
4	2	36 [MHz]	36 [MHz]
5	2	9 [MHz]	18 [MHz]

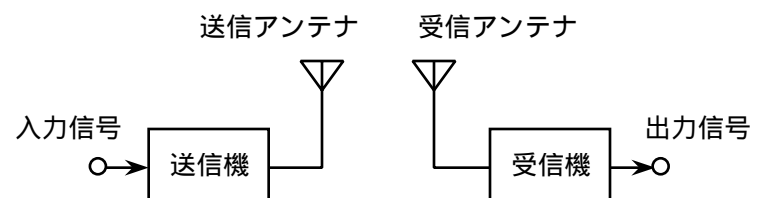
A - 5 AM (A3E) 波を復調するための直線検波器に関する記述として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、変調信号及び搬送波は、単一正弦波とする。

- 1 平均値検波回路及び包絡線検波回路があり、検波効率は平均値検波回路の方が良い。
- 2 復調出力は、入力の変調波の振幅の二乗にほぼ比例して大きくなる。
- 3 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。
- 4 復調出力には、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ている。
- 5 復調出力のひずみ率は、変調度に比例して大きくなる。

A - 6 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がある混信妨害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 近接周波数による混信妨害は、妨害波の周波数が受信周波数に近接しているとき生ずる。
- 2 近接周波数による混信妨害は、中間周波増幅器の選択度を向上することにより軽減できる。
- 3 相互変調及び混変調による混信妨害は、高周波増幅器などが入出力特性の非直線範囲で動作するときに生ずる。
- 4 相互変調及び混変調による混信妨害は、受信機の入力レベルを下げることににより軽減できる。
- 5 映像周波数による混信妨害は、中間周波増幅器の選択度を向上することにより軽減できる。

A - 7 図に示す通信回線において、受信機の入力に換算した搬送波電力対雑音電力比 ( $C/N$ ) の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、送信機の送信電力 (平均電力) を 3 [dBW]、利得がそれぞれ -3 [dB] の送信アンテナ及び受信アンテナ間の伝搬損失を 128 [dB]、受信機の雑音電力の入力換算値を -163 [dBW] とし、1 [W] を 0 [dBW] とする。



- 1 29 [dB]
- 2 32 [dB]
- 3 35 [dB]
- 4 38 [dB]
- 5 44 [dB]

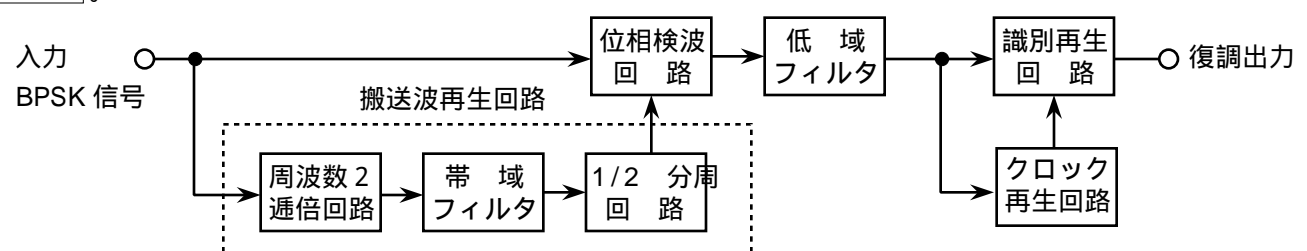
A - 8 次の記述は、図に示す BPSK (2PSK) 信号の復調回路の構成例について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

(1) この復調回路は、□ A □ 検波方式を用いている。

(2) 位相検波回路で入力の BPSK 信号と搬送波再生回路で再生した搬送波との □ B □ を行い、低域フィルタ、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。

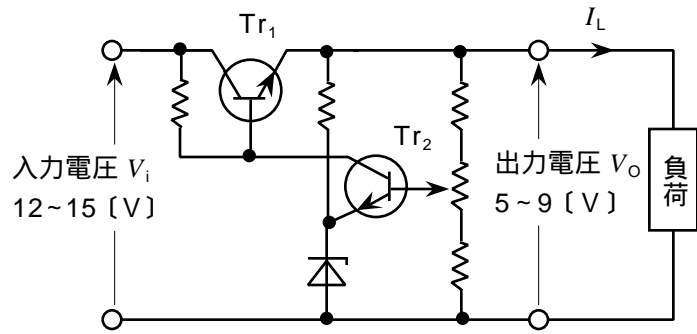
(3) 搬送波再生回路は、周波数 2 通倍回路、帯域フィルタ及び 1/2 分周回路で構成されており、入力の BPSK 信号の位相がデジタル信号に応じて [rad] 変化したとき、搬送波再生回路の帯域フィルタの出力の位相は □ C □ 。

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



A - 9 図に示す直列制御形定電圧回路において、制御用トランジスタ  $Tr_1$  のコレクタ損失の最大値を下の番号から選べ。ただし、入力電圧  $V_i$  は  $12 \sim 15$  [V]、出力電圧  $V_o$  は  $5 \sim 9$  [V]、負荷電流  $I_L$  は  $0 \sim 500$  [mA] とする。また、 $Tr_1$  と負荷以外で消費される電力は無視するものとする。

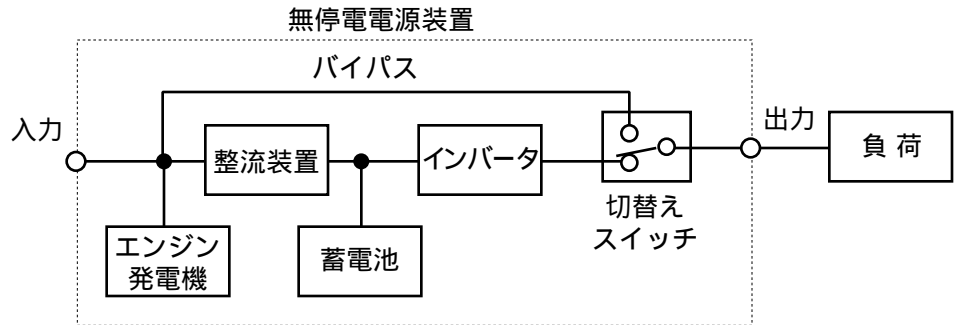
- 1 1.5 [W]
- 2 3.0 [W]
- 3 3.5 [W]
- 4 5.0 [W]
- 5 7.5 [W]



A - 10 次の記述は、図に示す構成例の無停電電源装置 (CVCF 又は UPS) の動作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、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 整流装置又はインバータが故障したとき、切替えスイッチをバイパス側に切り替え、負荷に連続して □ A □ 電力を供給する。
- (2) 入力短時間停電したとき、蓄電池からインバータに □ B □ 電力を供給し、負荷に連続して □ A □ 電力を供給する。
- (3) 入力長時間停電したとき、エンジン発電機から整流装置に □ C □ 電力を供給し、負荷に連続して □ A □ 電力を供給する。

	A	B	C
1	直流	交流	直流
2	直流	直流	交流
3	直流	交流	交流
4	交流	直流	交流
5	交流	交流	直流



A - 11 次の記述は、航空機援助用の超短波全方向式無線標識 (VOR) 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 標準 VOR (CVOR) とドプラ VOR (DVOR) の方式がある。
- 2  $108 \sim 118$  [MHz] の電波を用いている。
- 3 航空機に対して VOR までの距離の情報を与える。
- 4 送信アンテナを中心として、原理的に全方位にある航空機に情報を与えることができる。
- 5 全方位にわたって位相が一定の基準位相信号を含んだ電波と、方位により位相が変化する可変位相信号を含んだ電波を同時に発射している。

A - 12 次の記述は、パルス符号変調 (PCM) 方式における標本化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、標本化周波数を  $f$  [Hz] とし、標本化に用いる標本化パルスは、理想的なインパルスとする。

- (1) 標本化とは、アナログ信号の □ A □ を一定の時間間隔で取り出すことをいう。
- (2) 標本化定理によれば、入力のアナログ信号の最高周波数が  $f/2$  [Hz] より □ B □ 周波数のとき、標本化して得たパルス列を理想的な低域フィルタに通すことによって元のアナログ信号を完全に復元できる。
- (3) 標本化に伴う雑音には折返し雑音及び補間雑音などがあり、折返し雑音を生じさせないためには、標本化を行う回路に入力されるアナログ信号が  $f/2$  [Hz] □ C □ の周波数成分を含まないようにする。また、補間雑音を低減するためには、受信側でアナログ信号を復元するときに用いる低域フィルタが、 $f/2$  [Hz] □ D □ の周波数成分を十分に除去できる特性を持つようにする。

	A	B	C	D
1	周波数	低い	以上	以下
2	周波数	高い	以下	以上
3	振幅	高い	以下	以下
4	振幅	低い	以上	以上
5	振幅	低い	以上	以下

A - 13 次の記述は、雑音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) 抵抗体から発生する雑音には、熱雑音及び □ A □ がある。
- (2) トランジスタから発生する雑音のうち、分配雑音は、フリッカ雑音より □ B □ 周波数領域で発生する。
- (3) 受信機の外部から混入する雑音には、火花雑音及び □ C □ などがある。

	A	B	C
1	電流雑音	高い	空電雑音
2	電流雑音	低い	空電雑音
3	電流雑音	低い	ショット雑音
4	コロナ雑音	低い	空電雑音
5	コロナ雑音	高い	ショット雑音

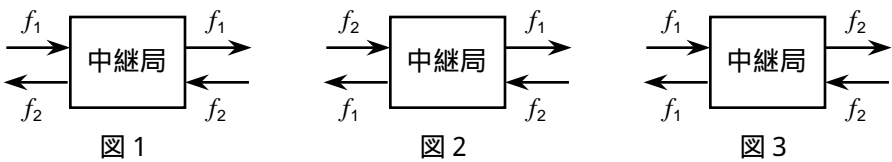
A - 14 衛星通信回線の総合の搬送波電力対雑音電力比の値（真数）を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、雑音は、アップリンク熱雑音、ダウンリンク熱雑音、衛星内相互変調ひずみ雑音及びシステム内干渉雑音のみとし、搬送波電力と各雑音電力との比をそれぞれ  $C/N_1$ 、 $C/N_2$ 、 $C/N_3$  及び  $C/N_4$  とする。

- 1  $(C/N_1 + C/N_2 + C/N_3 + C/N_4) / 4$
- 2  $4 / ( \frac{1}{C/N_1} + \frac{1}{C/N_2} + \frac{1}{C/N_3} + \frac{1}{C/N_4} )$
- 3  $C/N_1 + C/N_2 + C/N_3 + C/N_4$
- 4  $\frac{1}{C/N_1} + \frac{1}{C/N_2} + \frac{1}{C/N_3} + \frac{1}{C/N_4}$
- 5  $1 / ( \frac{1}{C/N_1} + \frac{1}{C/N_2} + \frac{1}{C/N_3} + \frac{1}{C/N_4} )$

A - 15 次の記述は、2 周波中継方式のマイクロ波通信における周波数の割当て方法と干渉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。

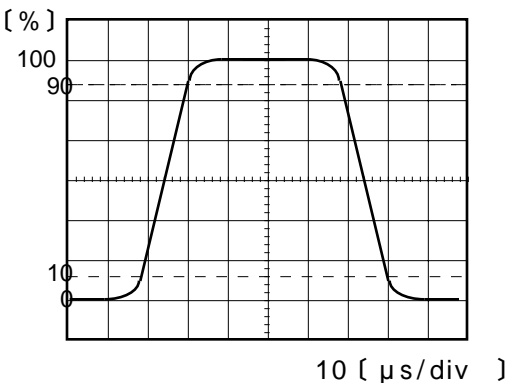
- (1) 2 周波中継方式で構成された通信路中のある中継局への送信及び受信周波数の割当ては、□ A □ に示すようになる。ただし、用いる周波数を  $f_1$ 〔Hz〕及び  $f_2$ 〔Hz〕とする。
- (2) 自局の送信波が □ B □ 先の中継局に干渉する、オーバーリーチの可能性はある。

	A	B
1	図 1	2 つ
2	図 1	3 つ
3	図 2	2 つ
4	図 2	3 つ
5	図 3	2 つ



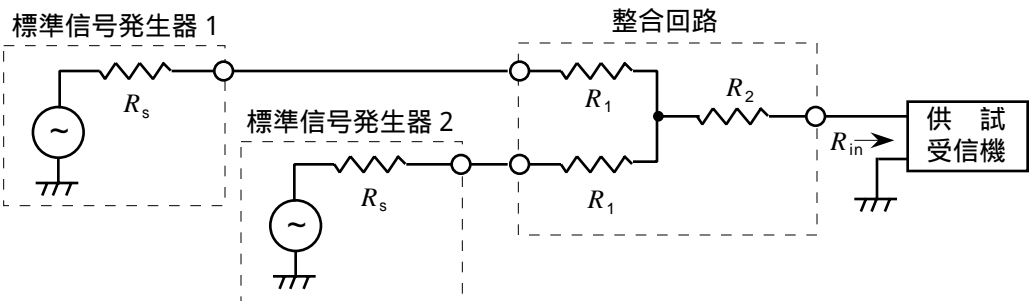
A - 16 オシロスコープで図に示すパルス信号が観測された。パルス信号の立上がり時間及びパルス幅の値の組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、パルス波形の振幅は、オシロスコープの表示面にあらかじめ設定されている垂直目盛りの 0 及び 100〔%〕に合わせてあるものとし、水平軸の一目盛り当たりの掃引時間は 10〔μs〕とする。

	立上がり時間	パルス幅
1	12〔μs〕	38〔μs〕
2	12〔μs〕	50〔μs〕
3	12〔μs〕	62〔μs〕
4	24〔μs〕	50〔μs〕
5	24〔μs〕	62〔μs〕

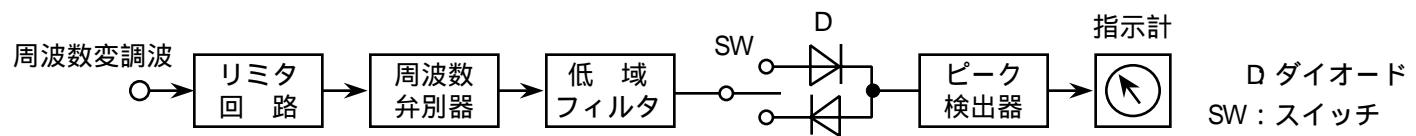


A - 17 図に示す受信機の 2 信号選択度特性の測定に用いる整合回路の抵抗  $R_1$ 〔Ω〕の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、整合回路の抵抗  $R_2$  を 45〔Ω〕とし、標準信号発生器 1 及び標準信号発生器 2 の内部抵抗  $R_s$  はともに 50〔Ω〕、供試受信機の入力インピーダンス  $R_{in}$  は 75〔Ω〕とする。また、整合の条件として、標準信号発生器 1 及び標準信号発生器 2 から整合回路側を見たインピーダンスは、それぞれの内部抵抗  $R_s$ 〔Ω〕に等しく、供試受信機から整合回路側を見たインピーダンスは、 $R_{in}$ 〔Ω〕に等しいものとする。

- 1 6〔Ω〕
- 2 10〔Ω〕
- 3 18〔Ω〕
- 4 25〔Ω〕
- 5 45〔Ω〕

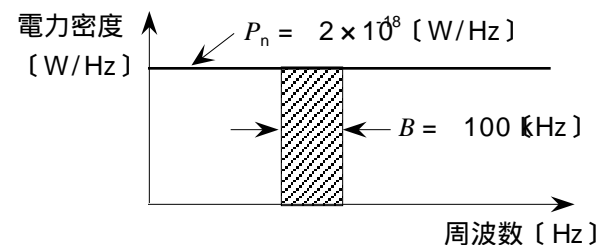


A - 18 次の記述は、図に示す構成例の周波数偏移計について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。



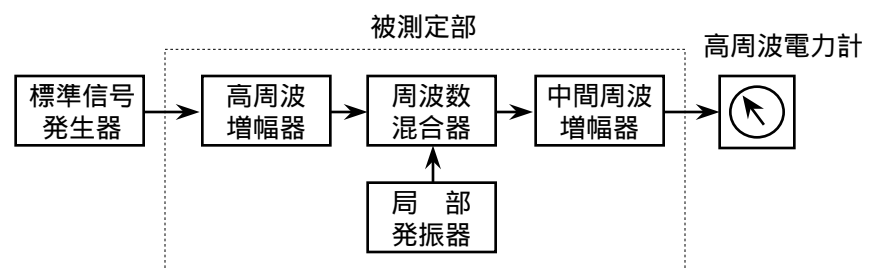
- 1 入力周波数変調波の周波数偏移のせん頭値を指示する。
- 2 入力周波数変調波の搬送周波数に対する周波数偏移の正負は指示することができない。
- 3 リミタ回路は、入力周波数変調波に含まれる不要な振幅成分を除去するために用いる。
- 4 周波数弁別器には、入力周波数変調波の周波数偏移に対する出力信号の振幅特性の直線性が良いものを用いる。
- 5 低域フィルタは、入力周波数変調波に含まれる高調波などの不要な周波数成分の影響を除去するために用いる。

A - 19 図に示す電力密度  $P_n$  の値が  $2 \times 10^{-18}$  [W/Hz] の雑音を、周波数帯域幅  $B$  が 100 [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電力の値として、最も近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るとし、フィルタの損失はないものとする。また、1 [mW] を 0 [dBm] とし、 $\log 2 \approx 0.3$  とする。



- 1 -87 [dBm]      2 -93 [dBm]      3 -97 [dBm]      4 -103 [dBm]      5 -107 [dBm]

A - 20 図に示す受信機の雑音指数の測定の構成例において、高周波電力計で中間周波増幅器の有能雑音出力電力を測定したところ、-23 [dBm] であった。このときの被測定部の雑音指数の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、高周波増幅器の有能雑音入力電力を -106 [dBm]、被測定部の有能利得を 76 [dB] とする。また、1 [mW] を 0 [dBm] とする。



- 1 7 [dB]      2 -7 [dB]      3 53 [dB]      4 -53 [dB]      5 159 [dB]

B - 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の間中周波数を選定するときの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。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 映像周波数は、希望周波数から中間周波数の2倍の周波数だけ離れているため、映像周波数の成分を除去しやすくするには、中間周波数を低くした方がよい。
- イ 局部発振周波数と受信信号の周波数との差が小さいと、局部発振周波数が受信信号の周波数と同じ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。
- ウ 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、中間周波数が高いほど広いため、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。
- エ 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、中間周波数が低いほど狭いため、近接周波数選択度を良くするには、中間周波数を高くした方がよい。
- オ 中間周波数が低いと、帰還などの影響を受けにくいため、高利得増幅を安定に行うには、中間周波数を低くした方がよい。

B - 2 次の記述は、パルス符号変調 (PCM) を用いた多重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) 複数の PCM 信号を一定の時間間隔で配列し、□アの伝送路で伝送する時分割多重方式の一つである。
- (2) 漏話及び雑音などで PCM パルス波形がひずんでも、パルスの有無が検出できれば元のパルスを□ウできるため、中継を繰り返しても各中継器の熱雑音などの□ウが少ない。
- (3) 伝送する信号及びチャネル数が同じとき、周波数分割多重方式に比べ占有周波数帯幅が□エ。
- (4) 信号を符号化する過程で標本化ひずみ及び□オ雑音を生ずる。

- 1 減衰      2 再生      3 増幅      4 広い      5 量子化
- 6 累積      7 複数      8 同一      9 散弾      10 狭い

B - 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を下の番号から選べ。ただし、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。また、搬送波を  $A \sin \omega_c t$  [V]、変調信号を  $B \cos \omega_s t$  [V] とし、搬送波の振幅及び角周波数を  $A$  [V] 及び  $\omega_c$  [rad/s]、変調信号の振幅及び角周波数をそれぞれ  $B$  [V] 及び  $\omega_s$  [rad/s] とする。

(1) FM 波の瞬時角周波数は、電圧を角周波数に変換する係数を  $k_f$  [rad/(s・V)] とすると次式で表される。

$$= \omega_c + \square \text{ア} \times \cos \omega_s t \text{ [rad/s] -----}$$

ここで □ア は、□イ である。

(2) FM 波の位相角は、式を  $t$  で積分して得られ、□ [rad] を積分定数とすれば次式で表される。

$$= \int \omega dt = \omega_c t + \square \text{ウ} \times \sin \omega_s t + \square \text{ [rad] -----}$$

ここで □ウ は、□エ である。変調信号の振幅が一定で周波数が増加するとき、□エ は □オ する。

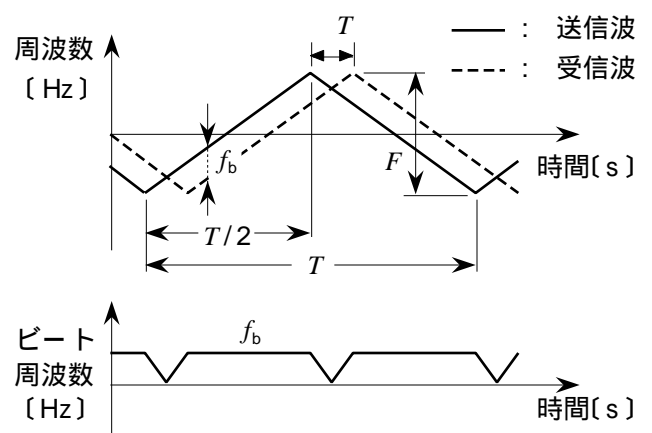
- |                      |                        |      |            |         |
|----------------------|------------------------|------|------------|---------|
| 1 $k_f B / \omega_s$ | 2 $\omega_s / (k_f B)$ | 3 増加 | 4 最大角周波数偏移 | 5 雑音指数  |
| 6 $k_f / B$          | 7 $k_f B$              | 8 減少 | 9 占有角周波数帯幅 | 10 変調指数 |

B - 4 次の記述は、図に示す FM-CW レーダーの原理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) 図に示す三角波で周波数変調された電波を送信し、物標から反射してくる受信波と送信波のビート周波数  $f_b$  [Hz] から、物標までの距離を測定するものである。三角波の周期を  $T$  [s]、送信波の周波数偏移幅を  $F$  [Hz] とすれば、送信周波数は毎秒 □ア [Hz] 変化する。また、物標までの距離を  $R$  [m]、電波の伝搬速度を  $c$  [m/s] とすれば、受信波の遅延時間  $T$  は □イ [s] である。

(2) 送信波と受信波のビート周波数  $f_b$  は □ウ [Hz] となり、物標までの距離  $R$  は、□エ [m] で求められる。

(3) パルスレーダーと比べ、原理的に □オ 制約がなく、航空機の電波高度計などに広く応用されている。

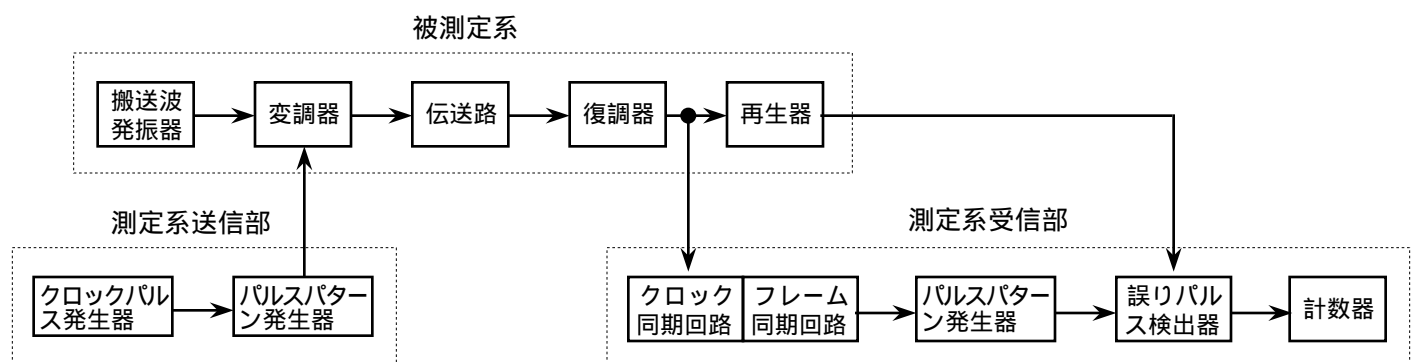


- |                     |                     |          |            |             |
|---------------------|---------------------|----------|------------|-------------|
| 1 $2R / F (k_f T)$  | 2 $4R / F (k_f T)$  | 3 最大探知距離 | 4 $2R / c$ | 5 $2 / F T$ |
| 6 $c T f_b / (4 F)$ | 7 $4 F f_b / (c T)$ | 8 最小探知距離 | 9 $F / T$  | 10 $R / c$  |

B - 5 次の記述は、図に示す PCM 回線のビット誤り率測定の構成例において、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 PCM 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 副搬送波   | 2 パルスパターン発生器 | 3 同期した | 4 一致又は不一致 | 5 有無    |
| 6 受信パルス列 | 7 伝送路        | 8 非同期の | 9 擬似ランダム  | 10 ランダム |