

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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 受信機の入力端で一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が高くなるほどその振幅値が小さくなる。
- 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低減（ディエンファシス）する。
- 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強調（プレエンファシス）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同じものとするにより、平坦になる。
- 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。

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。

- 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。

$$\begin{aligned}
 P_t &= P_c J_0^2(m) + 2P_c \{ J_1^2(m) + J_2^2(m) + J_3^2(m) + \cdots \} \\
 &= P_c J_0^2(m) + 2P_c \sum_{n=1}^{\infty} J_n^2(m) \quad [\text{W}]
 \end{aligned}$$

- 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。

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

したがって、 $n = k$ 番目の上下側波帯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 α は、次式より求められる。

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

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

	A	B	C
1	1	$2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.99
2	2	$2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.90
3	2	$J_0^2(m) + 2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.99
4	1	$J_0^2(m) + 2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.90
5	1	$J_0^2(m) + 2 \sum_{n=1}^k J_n^2(m)$	0.99

A-3 次の記述は、BPSK (2PSK) 信号及び QPSK (4PSK) 信号の信号点配置図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、信号点配置図における信号点の間の距離のうち、最も短いものをいう。

- 図 1 に示す BPSK 信号の信号点配置図において、信号点間距離は①で表される。また、図 2 に示す QPSK 信号の信号点配置図において、信号点間距離は □ A □ で表される。
- BPSK 信号及び QPSK 信号の信号点間距離を等しくして妨害に対する余裕度を一定にするためには、QPSK 信号の振幅 A_4 [V] を BPSK 信号の振幅 A_2 [V] の □ B □ 倍にする必要がある。

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

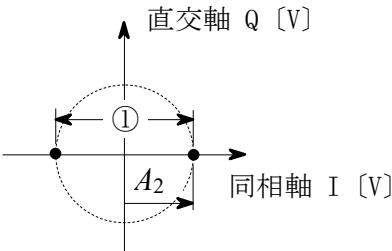


図 1 BPSK 信号点配置図

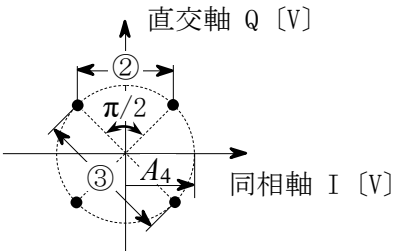


図 2 QPSK 信号点配置図

A-4 次の記述は、DSB(A3E)変調波とSSB(J3E)変調波の送信電力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、A3E変調波の変調度を $m \times 100$ [%]とする。

- (1) A3E 変調波の送信電力 P_{AM} [W] は、搬送波成分の電力 P_C [W] 及び m を用いて次式で表される。

$$P_{AM} = P_C (1 + \square A) \text{ [W] } \text{----- ①}$$
- (2) J3E 変調波を A3E 変調波のいずれか一方の側波帯とすると、その送信電力 P_{SSB} [W] は、次式で表される。

$$P_{SSB} = P_C \times \square B \text{ [W] } \text{----- ②}$$
- (3) $m = 1$ のとき、式①、②より、 P_{SSB} は、 P_{AM} の $\square C$ の値になる。

	A	B	C
1	m^2	$m^2/2$	1/4
2	$m^2/4$	$m^2/8$	1/10
3	$m^2/4$	$m^2/4$	1/6
4	$m^2/2$	$m^2/4$	1/6
5	$m^2/2$	$m^2/2$	2/9

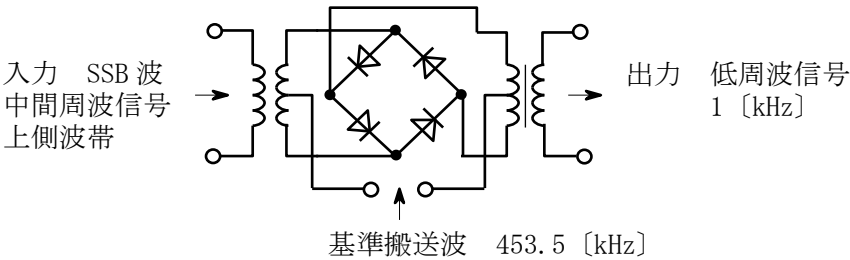
A-5 次の記述は、デジタル信号の復調(検波)方式について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 一般に、搬送波電力対雑音電力比(C/N)が同じとき、理論上では遅延検波は同期検波に比べ、符号誤り率が $\square A$ 。
- (2) 遅延検波は、1 シンボル $\square B$ の変調されている搬送波を基準信号として位相差を検出する方式である。
- (3) 同期検波は、受信信号から再生した $\square C$ を基準信号として用いる。

	A	B	C
1	大きい	後	包絡線
2	大きい	前	搬送波
3	大きい	後	搬送波
4	小さい	前	包絡線
5	小さい	後	搬送波

A-6 図に示すリング復調回路に1[kHz]の低周波信号で変調されたSSB(J3E)波を中間周波信号に変換して入力したとき、出力成分中に原信号である低周波信号1[kHz]が得られた。このとき、入力SSB波の中間周波信号の周波数として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、基準搬送波は453.5[kHz]とし、SSB波は、上側波帯を用いているものとする。

- 1 451.0 [kHz]
- 2 452.5 [kHz]
- 3 453.0 [kHz]
- 4 454.5 [kHz]
- 5 455.5 [kHz]



A-7 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。

- (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 $\square A$ 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 $\square B$ でほぼ決まる。
- (2) 高周波増幅器を設けると、 $\square C$ の電波による妨害の低減に効果がある。

	A	B	C
1	最小	帯域幅	近接周波数
2	最小	雑音指数	映像周波数
3	最小	雑音指数	近接周波数
4	最大	雑音指数	近接周波数
5	最大	帯域幅	映像周波数

A-8 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 7,635 [kHz]
- 2 8,090 [kHz]
- 3 8,545 [kHz]
- 4 9,000 [kHz]
- 5 9,455 [kHz]

A-9 次の記述は、FM(F3E)受信機のスケルチ回路として用いられているノイズスケルチ方式及びキャリアスケルチ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 ノイズスケルチ方式は、周波数弁別器出力の音声帯域内の音声を整流して得た電圧を制御信号として使用する。
- 2 ノイズスケルチ方式は、スケルチが働きはじめる動作点を弱電界に設定できるため、スケルチ動作点を通話可能限界点にほぼ一致させることができる。
- 3 ノイズスケルチ方式は、音声信号の過変調による誤動作が生じやすい。
- 4 キャリアスケルチ方式は、都市雑音などの影響により、スケルチ動作点を適正なレベルに維持することが難しい。
- 5 キャリアスケルチ方式は、強電界におけるスケルチに適しており、音声信号による誤動作が少ない。

A-10 次の記述は、移動通信端末などに使用されているリチウムイオン蓄電池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。

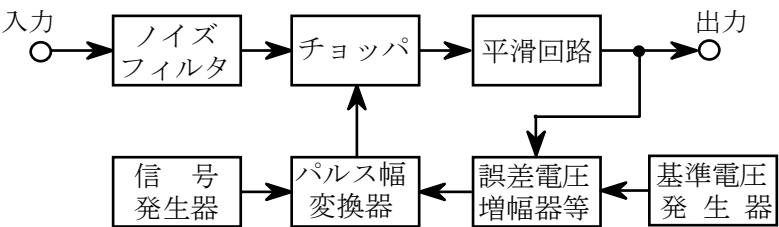
- (1) リチウムイオン蓄電池の一般的な構造では、負極に、リチウムイオンを吸蔵・放出できる □ A □ を用い、正極にコバルト酸リチウム、電解液としてリチウム塩を溶解した有機溶媒からなる有機電解液を用いている。
- (2) ニッケルカドミウム蓄電池と異なって □ B □ がなく、継ぎ足し充電も可能である。
- (3) 充電が完了した状態のリチウムイオン蓄電池を高温で貯蔵すると、容量劣化が □ C □ なる。

	A	B	C
1	炭素質材料	サイクル劣化	少なく
2	炭素質材料	メモリ効果	少なく
3	炭素質材料	メモリ効果	大きく
4	金属リチウム	サイクル劣化	大きく
5	金属リチウム	メモリ効果	少なく

A-11 次の記述は、図に示すチョップ方式のPWM(パルス幅変調)制御型DC-DCコンバータ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) 「パルス幅変換器」の出力の繰り返し周期は、「 □ A □ 」出力の繰り返し周期によって決まる。
- (2) 「パルス幅変換器」は、「誤差電圧増幅器等」の出力電圧に応じた □ B □ 変調波を出力する。
- (3) 「チョップ」は、「パルス幅変換器」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	信号発生器	パルス振幅	立上がり
2	信号発生器	パルス幅	導通
3	信号発生器	パルス振幅	導通
4	誤差電圧増幅器等	パルス幅	立上がり
5	誤差電圧増幅器等	パルス振幅	導通



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り、UHF 帯の電波を利用している。
- 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り、VHF 帯の電波を利用している。
- 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り、UHF 帯の電波を利用している。
- 5 グライド・パスの送信設備の条件として、発射する電波の偏波面は、水平である。

A-13 パルスレーダーの距離分解能の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、距離分解能は、アンテナから同じ方位にある二つの物標を分離して確認できる最小距離差を表すものとする。また、送信パルス幅は 0.08 [μs] とし、二つの物標からの反射波のレベルは同一とする。

- 1 24 [m] 2 18 [m] 3 12 [m] 4 10 [m] 5 7 [m]

A-14 次の記述は、マイクロ波多重回線の中継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) 直接中継方式は、受信波を同一の周波数帯で増幅して送信する方式である。直接中継を行うときは、希望波受信電力 C と自局内回込みによる干渉電力 I の比(C/I)を規定値 □ A □ に確保しなければならない。
- (2) □ B □ (ヘテロダイン中継)方式は、送られてきた電波を受信してその周波数を中間周波数に変換して増幅した後、再度周波数変換を行い、これを所定レベルまで電力増幅して送信する方式であり、復調及び変調は行わない。
- (3) 検波再生中継方式は、復調した信号から元の符号パルスを再生した後、再度変調して送信するため、波形ひずみ等が累積 □ C □ 。

	A	B	C
1	以下	無給電中継	される
2	以下	非再生中継	される
3	以上	非再生中継	されない
4	以上	無給電中継	されない
5	以上	非再生中継	される

A-15 次の記述は、大電力増幅器として用いられる TWT(進行波管)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) TWT は、入力電磁波をらせんなどの構造を持つ □ A □ に沿って進行させ、これとほぼ同じ速度で □ A □ の中心を通る電子ビームの電子密度が電磁波によって変調されるのを利用して増幅する。
- (2) TWT は、クライストロンに比べ周波数帯域が □ B □ ため複数の搬送波を同時に増幅することができる。TWT を使用して複数の搬送波を同時に増幅する場合、相互変調を低減するためのバックオフを必要と □ C □ 。

	A	B	C
1	遅延回路	広い	する
2	遅延回路	狭い	しない
3	遅延回路	広い	しない
4	整合回路	狭い	する
5	整合回路	広い	しない

A-16 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。

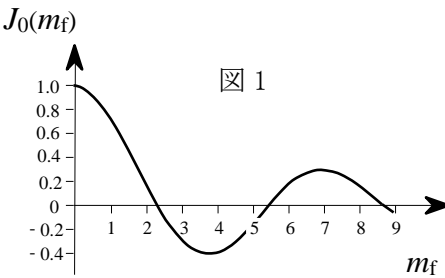
- 1 トランジスタから発生するフリッカ雑音は、周波数が 1 オクターブ上がるごとに電力密度が 3 [dB] 増加する。
- 2 トランジスタから発生する分配雑音は、フリッカ雑音より高い周波数領域で発生する。
- 3 抵抗体から発生する雑音には、熱じょう乱により発生する熱雑音及び抵抗体に流れる電流により発生する電流雑音がある。
- 4 増幅回路の内部で発生する内部雑音には、熱雑音及び散弾(ショット)雑音などがある。
- 5 外部雑音には、コロナ雑音及び空電雑音などがある。

A-17 パルス符号変調(PCM)方式を用いて、最高周波数が 16 [kHz] のアナログ信号を標本化定理に基づき標本化し、量子化レベル数が 2^{16} の量子化を行う場合、各標本毎に量子化された値として、その量子化レベルの大きさを示す 2 進符号に変換(符号化)して伝送するのに必要な最小のビットレートの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、誤り訂正符号等は付加しないものとする。

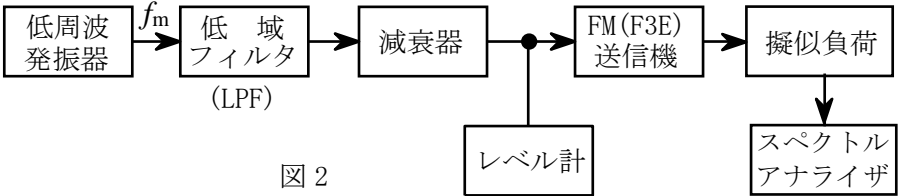
- 1 1,024 [kbps] 2 512 [kbps] 3 256 [kbps] 4 128 [kbps] 5 64 [kbps]

A-18 次の記述は、搬送波零位法による FM(F3E)波の周波数偏移の測定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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) FM 波の搬送波及び各側波帯の振幅は、変調指数 m_f を変数(偏角)とするベッセル関数を用いて表され、このうち □ A □ の振幅は、零次のベッセル関数 $J_0(m_f)$ に比例する。 $J_0(m_f)$ は、 m_f に対して図 1 に示すような特性を持ち、 m_f が約 2.41、5.52、8.65、・・・のとき、ほぼ零になる。
- (2) 図 2 に示す構成例において、周波数 f_m [Hz] の単一正弦波で周波数変調した FM(F3E) 送信機の出力の一部をスペクトルアナライザに入力し、FM 波のスペクトルを表示する。単一正弦波の □ B □ を零から次第に大きくしていくと、搬送波及び各側波帯のスペクトルの振幅がそれぞれ消長を繰り返しながら、徐々に FM 波の占有周波数帯幅が広がる。
- (3) □ A □ の振幅が零になる度に、 m_f の値に対するレベル計の値(入力信号電圧)を測定する。このとき周波数偏移 f_d は、 m_f 及び f_m の値を用いて、 $f_d = \square C \square$ であるので、測定値から入力信号電圧対周波数偏移の特性を求めることができ、□ A □ の振幅が零になるときだけでなく、途中の振幅でも周波数偏移を知ることができる。



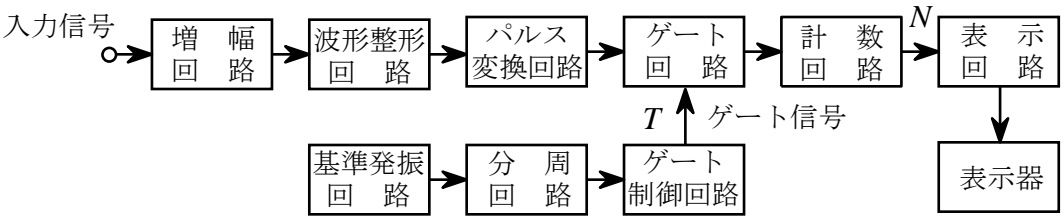
	A	B	C
1	側波帯	振幅	f_m/m_f [Hz]
2	側波帯	周波数	$m_f f_m$ [Hz]
3	搬送波	周波数	$m_f f_m$ [Hz]
4	搬送波	振幅	$m_f f_m$ [Hz]
5	搬送波	周波数	f_m/m_f [Hz]



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。

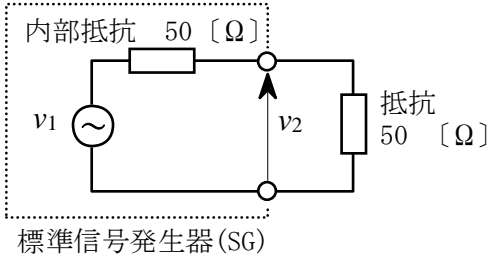
- (1) 入力信号を増幅し、波形整形回路で方形波に整形した後、その立ち上がり又は立ち下がりを入力変換回路で検出してパルス列に変換する。ゲート時間 T [s] の間にゲート回路を通過したパルスの数 N を計数回路で計数すると、周波数 f は、□ A □ [Hz] で表されるので、これを表示回路で演算し、表示器に表示する。
- (2) ±1 カウント誤差は、パルス列及びゲート信号の位相が同期して □ B □ ことによって生ずるため、計数回路で計数した後の補正が □ C □ 。

	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



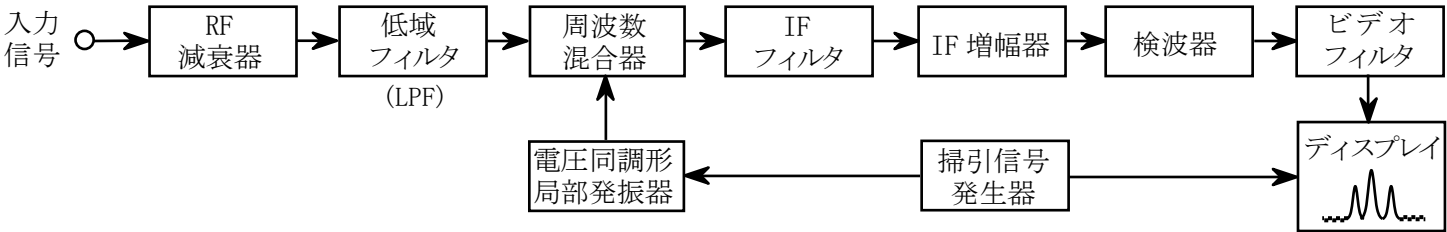
A-20 次の記述は、標準信号発生器(SG)の出力電圧と負荷に供給される電力との関係について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、SG 及び負荷の等価回路は図で示される。また、電圧は実効値とし、1 [μV] を 0 [dBμV] 及び $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

- (1) SG から負荷の抵抗 50 [Ω] に高周波信号を供給し、20 [mW] の電力を消費させるために必要な電圧 v_2 は、約 □ A □ [dBμV] である。
- (2) このときの SG の信号源電圧 v_1 は、約 □ B □ [dBμV] である。



	A	B
1	117	123
2	117	120
3	120	126
4	120	123
5	130	136

B-1 次の記述は、図に示すスーパーヘテロダイン方式スペクトル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。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 ディスプレイの垂直軸に周波数を、また、水平軸に入力信号の振幅を表示する。
- イ 電圧同調形局部発振器の出力の周波数は、掃引信号発生器が出力する信号の電圧に応じて変化する。
- ウ 周期的な信号のスペクトル分布のほか、雑音のような連続的なスペクトル分布も観測できる。
- エ 周波数分解能を上げるには、IFフィルタの周波数帯域幅を広くする。
- オ 掃引信号発生器が出力する信号は、正弦波信号である。

B-2 次の記述は、衛星通信に用いる SCPC 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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) SCPC 方式は、□ ア □ 多元接続方式の一つであり、送出する □ イ □ チャンネルに対して一つの搬送波を割り当て、一つのトランスポンダの帯域内に複数の異なる周波数の □ ウ □ を等間隔に並べる方式である。
- (2) この方式では、同時に送信できる □ ウ □ の数は、トランスポンダの出力電力を一つの □ ウ □ 当たりに必要な電力で □ エ □ 数で決まる。
- (3) 時分割多元接続(TDMA)方式に比べ、構成が簡単であり、通信容量が □ オ □ 地球局で用いられている。

1 時分割	2 一つの	3 二つの	4 掛けた	5 割った
6 周波数分割	7 小さい	8 大きい	9 搬送波	10 パイロット信号

B-3 次の記述は、図に一例を示すデジタル伝送方式におけるパルスの品質を評価するアイパターン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。

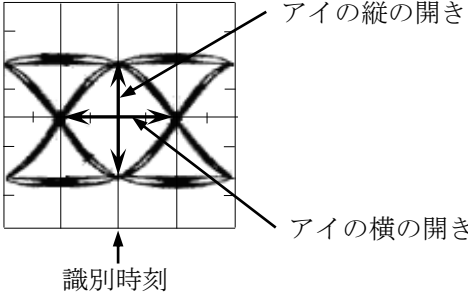
- (1) アイパターンは、パルス列の繰り返し周波数であるクロック周波数に同期させて、ア のパルス波形を重ねてオシロスコープ上に描かせたものである。

(2) アイパターンは、伝送路などで受ける波形劣化を観測することが イ 。

(3) アイパターンの ウ は、信号のレベルが減少したり伝送路の周波数特性が変化することによる符号間干渉に対する余裕の度合いを表している。

(4) アイパターンの エ は、クロック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している。

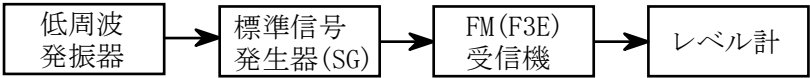
(5) アイパターンのアイの開き具合を示すアイ開口率が小さくなると、符号誤り率が オ なる。



- | | | | | |
|-----------|--------|----------|-----------|--------|
| 1 識別器入力直前 | 2 できる | 3 識別時刻 | 4 クロック周波数 | 5 小さく |
| 6 識別器出力 | 7 できない | 8 横の開き具合 | 9 縦の開き具合 | 10 大きく |

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

B-5 次の記述は、無線送信機の周波数通倍や電力増幅に用いることができる C 級増幅器の動作原理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。ただし、入力信号(基本波成分) v_i [V] の角周波数を ω [rad/s] とする。

- (1) 無線送信機に用いることができる ア 周波の C 級増幅器は、負荷に同調回路を用いて効率の良い増幅が可能である。
- (2) 図 1 に示す C 級増幅回路は、図 2 に示すように、ベースとエミッタ間のバイアス電圧 イ [V] を B 級増幅器より更に低く(しゃ断領域に)設定し、 v_i の半周期よりも短い 2θ [rad] の期間だけコレクタ電流 i_c [A] が流れるようにしているため、出力波形は ウ 。したがって、コレクタ電流には基本波成分の他に エ が含まれているので、負荷回路にコイル L [H] 及びコンデンサ C [F] からなる同調回路(共振回路)を用いて希望する周波数成分を取り出すことができる。よって、周波数通倍に用いることができる。また、 2θ を オ ほど電力効率は良くなるが、出力電力は小さくなる。

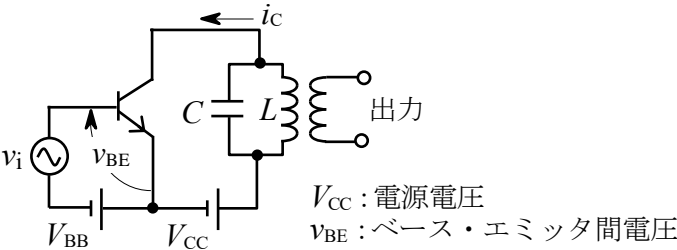


図 1

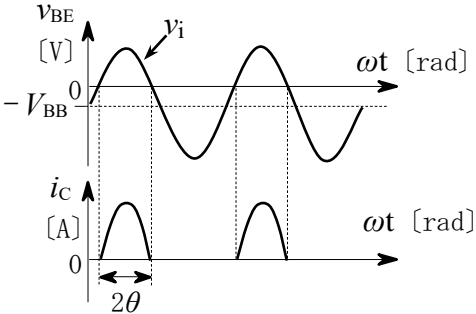


図 2

- | | | | | |
|-------|---------|---------|------------|----------|
| 1 ひずむ | 2 ひずまない | 3 高調波成分 | 4 V_{BB} | 5 大きくする |
| 6 音声 | 7 単一 | 8 低調波成分 | 9 V_{CC} | 10 小さくする |