

第二級陸上無線技術士「無線工学 A」試験問題

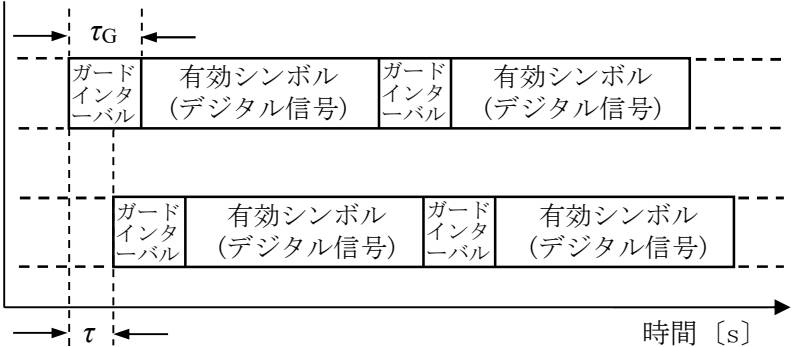
25 問 2 時間 30 分

A－1 次の記述は、直交周波数分割多重 (OFDM) 方式に用いられるガードインターバルの原理的な働き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) ガードインターバルは、送信側において A により生成した OFDM シンボルの時間的に B 端の一部分を、シンボルの C にコピーして付加することにより受信が可能となる期間を延ばし、有効シンボル期間において「シンボル間干渉なく正しく受信すること」ができるようにするものであり、マルチパスによる遅延波の影響を軽減できる。
- (2) 図は、ガードインターバル長が τ_G [s] の OFDM 信号において、遅延波が直接波に対して τ [s] 遅延した場合の直接波と遅延波の関係を表したものであり、 τ [s] が τ_G [s] より D 場合には、マルチパスの影響を軽減することができる。

	A	B	C	D
1	逆高速フーリエ変換 (IFFT)	後	前	長い
2	逆高速フーリエ変換 (IFFT)	後	前	短い
3	高速フーリエ変換 (FFT)	前	後	長い
4	高速フーリエ変換 (FFT)	前	後	短い
5	高速フーリエ変換 (FFT)	後	前	短い



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。

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

- (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。

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

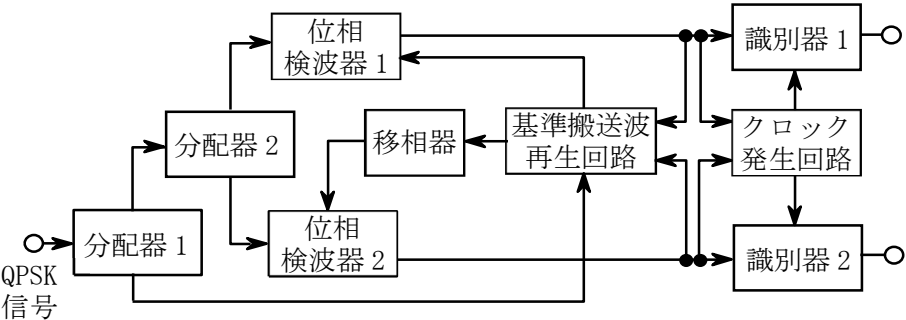
- (3) 我が国では、占有周波数帯幅を定める α の値は C と規定されている。

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

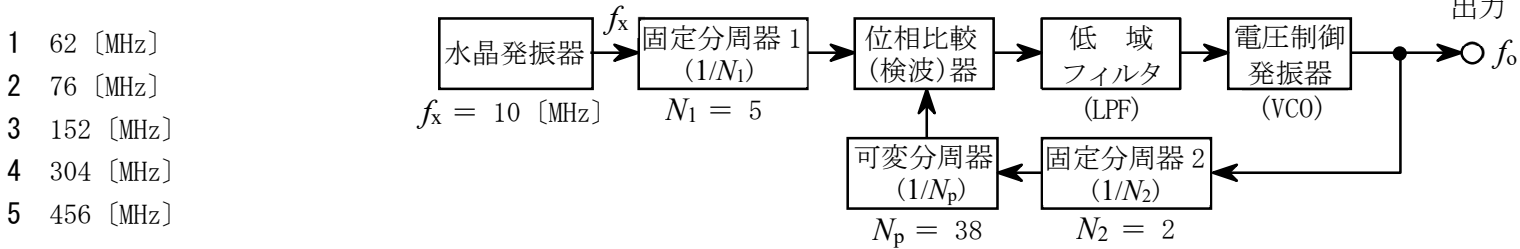
A－3 次の記述は、図に示すデジタル通信に用いられる QPSK 復調器の原理的構成例について述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (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 A [rad] 異なる信号」をそれぞれ乗算し、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	$\pi/2$	位相差	パルス繰り返し周期
2	$\pi/2$	振幅差	パルス繰り返し周期
3	$\pi/2$	振幅差	振幅レベル
4	$\pi/4$	位相差	パルス繰り返し周期
5	$\pi/4$	振幅差	振幅レベル



A-4 図に示す位相同期ループ(PLL)を用いた周波数シンセサイザの原理的な構成例において、出力の周波数 f_o の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、水晶発振器の出力周波数 f_x の値を10 [MHz]、固定分周器1の分周比について N_1 の値を5、固定分周器2の分周比について N_2 の値を2、可変分周器の分周比について N_p の値を38とし、PLLは位相ロックしているものとする。



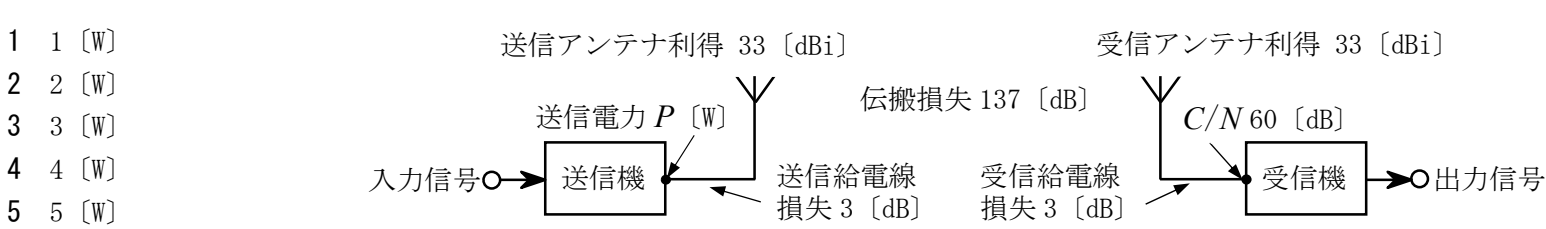
A-5 図は、単一正弦波で変調したAM(A3E)変調波をオシロスコープで観測した波形の概略図である。振幅の最小値 B [V]と最大値 A [V]との比(B/A)の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、変調度は50 [%]とする。



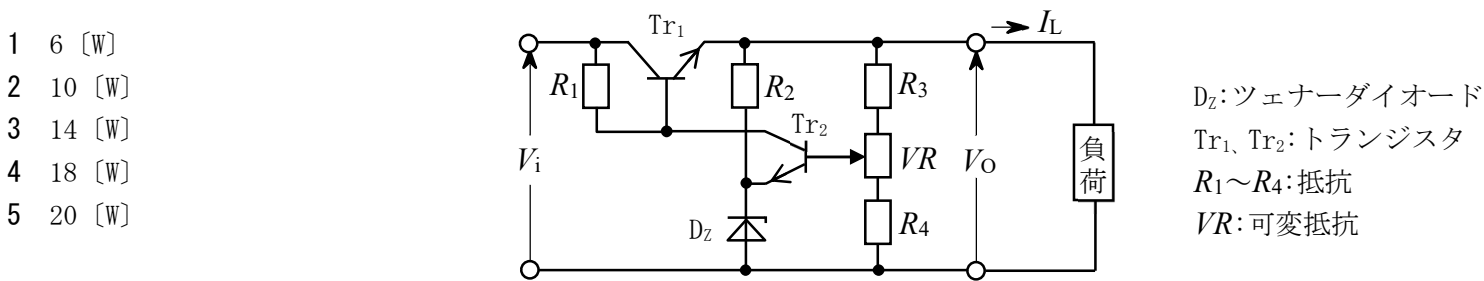
A-6 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の妨害波の周波数について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

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

A-7 図に示す無線通信回線において、送信機の送信電力(平均電力) P の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、受信機の入力に換算した搬送波電力対雑音電力比(C/N)を60 [dB]、送信アンテナ及び受信アンテナの絶対利得をそれぞれ33 [dBi]、送信給電線及び受信給電線の損失をそれぞれ3 [dB]、送信アンテナ及び受信アンテナ間の伝搬損失を137 [dB]及び受信機の雑音電力の入力換算値を-100 [dBm]とする。また、 $\log_{10}2=0.3$ とする。



A-8 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として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、入力電圧 V_i は20~28 [V]、出力電圧 V_o は10~14 [V]、負荷電流 I_L は0~1 [A]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。



A-9 振幅変調波を二乗検波し、低域フィルタ (LPF) を通したときの出力電流 i_a に含まれる変調信号の第 2 高調波成分の大きさを表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 i_a [A] は次式で表されるものとし、 a を比例定数、搬送波の振幅を E [V]、変調信号の角周波数を p [rad/s]、 m は $m \times 100$ [%] として振幅変調波の変調度とする。

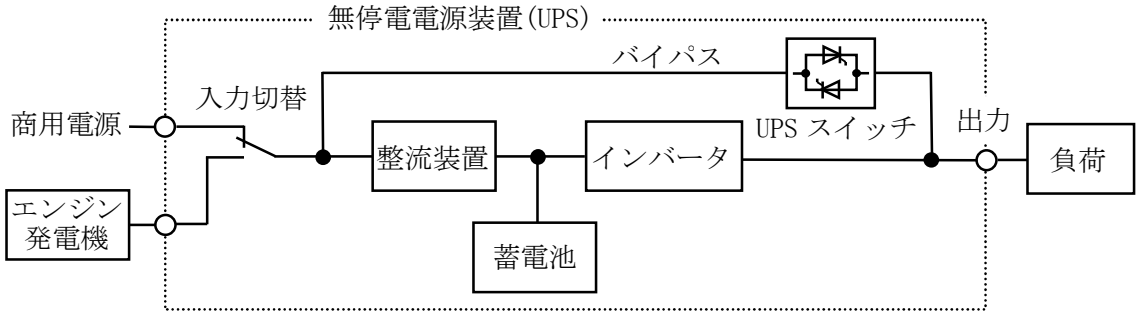
$$i_a = \frac{aE^2}{2} \left(1 + \frac{m^2}{2} + 2m \sin pt - \frac{m^2}{2} \cos 2pt \right)$$

- 1
- $aE^2m^2/4$
- 2
- aE^2m
- 3
- $m/4$
- 4
- $aE^2/2$
- 5
- $aE^2m/2$

A-10 次の記述は、図に示す常時インバータ給電方式の無停電電源装置 (UPS) の一般的な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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

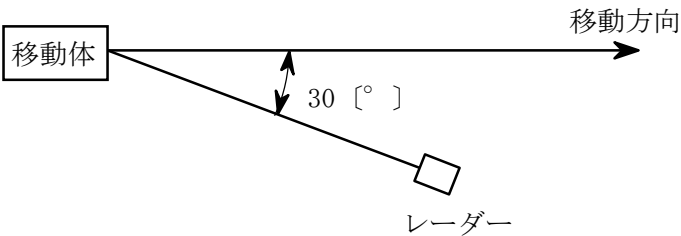
- (1)
- UPS の機器に故障が発生した場合には、バイパス回路に切り替えることで
- A
- 電力が負荷に供給される。
- (2)
- 商用電源が瞬時停電など短時間停電したときは、蓄電池に蓄えられていた
- B
- 電力がインバータ (DC-AC コンバータ) により
- A
- 電力に変換され負荷に供給される。
- (3)
- 商用電源が長時間停電したときは、UPS に接続されているエンジン発電機からの
- C
- 電力が負荷に供給される。

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



A-11 図に示すように、ドプラレーダーを用いて移動体を前方 30 [°] の方向から測定したときのドプラ周波数が、800 [Hz] であった。この移動体の移動方向の速度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、レーダーの周波数は 10 [GHz] とし、前方 30 [°] の方向から測定した移動体の相対速度 v と移動方向の速度 v_0 との関係は、 $v = v_0 \cos 30 [°]$ で表せるものとする。また、 $\cos 30 [°] = 0.87$ とする。

- 1
- 40 [km/h]
- 2
- 50 [km/h]
- 3
- 60 [km/h]
- 4
- 70 [km/h]
- 5
- 80 [km/h]



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) の基本的な概念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 地上システムのうち、ローカライザは DME により代用される場合もある。
- 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、VHF 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 次の記述は、無線伝送路で用いられる一般的なデジタル伝送符号の誤り制御方式等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
- 誤りが発生した場合の誤り制御方式を大別すると、ARQ 方式と FEC 方式に分けられる。
- 2
- FEC 方式は大別すると、ブロック符号と畳み込み符号に分けられる。
- 3
- ブロック符号と畳み込み符号を組み合わせた誤り訂正符号は、雑音やマルチパスの影響を受け易い伝送路で用いられる。
- 4
- 一般に、畳み込み符号はデータ伝送中のビット列における集中的な誤り (バースト性の誤り) に強い方式であり、バースト誤り訂正符号に分類される。また、ビタビ復号法を用いるリードソロモン符号はランダム誤り訂正符号に分類される。
- 5
- FEC 方式は、送信側で冗長符号を付加することにより受信側で誤り訂正が可能となる誤り制御方式である。

A-14 通信衛星（対地静止衛星）に関する次の一般的な記述のうち、誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 通信衛星は、ミッション機器及びバス機器から構成され、バス機器には、通信衛星固有の目的に応じた機能を実現するための通信用アンテナ及び中継器（トランスポンダ）などがある。
- 2 マイクロ波（SHF）帯の通信用アンテナとして、主として反射鏡アンテナまたはホーンアンテナが用いられる。
- 3 中継器（トランスポンダ）は、地球局から通信衛星向けのアップリンクの周波数を通信衛星から地球局向けのダウンリンクの周波数に変換するとともに、アップリンクで減衰した信号を必要なレベルに増幅して送信する。
- 4 バス機器を構成する電源機器において、主電力を供給する太陽電池のセルは、一般に、三軸衛星では展開式の平板状のパネルに実装される。
- 5 中継器（トランスポンダ）を構成する受信機は、地球局からの微弱な信号の増幅を行うので、その初段には低雑音増幅器が必要であり、GaAsFET や HEMT などが用いられている。

A-15 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 | 非再生中継 | される |
| 2 | 以下 | 無給電中継 | される |
| 3 | 以下 | 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 | されない |

A-16 最高周波数が 8 [kHz] の音声信号を標本化及び量子化し、8 ビットで符号化してデジタル通信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い、同期符号等の付加ビットは無く音声信号のみを伝送するものとする。

- 1 64 [kbps] 2 128 [kbps] 3 256 [kbps] 4 320 [kbps] 5 512 [kbps]

A-17 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、このうち搬送波の振幅は、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。単一正弦波の振幅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 □ A □。
- (3) 搬送波の振幅が □ B □ 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、 $f_d =$ □ C □ 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、搬送波の振幅が □ B □ 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。

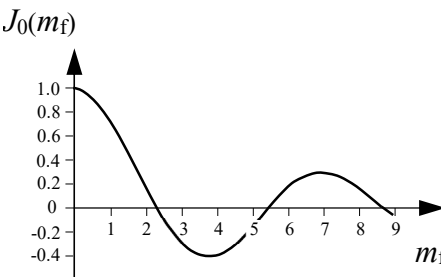


図 1

- | | A | B | C |
|---|-----|----|----------------|
| 1 | 広がる | 最大 | f_m/m_f [Hz] |
| 2 | 広がる | 零 | $m_f f_m$ [Hz] |
| 3 | 狭まる | 最大 | $m_f f_m$ [Hz] |
| 4 | 狭まる | 零 | $m_f f_m$ [Hz] |
| 5 | 狭まる | 零 | f_m/m_f [Hz] |

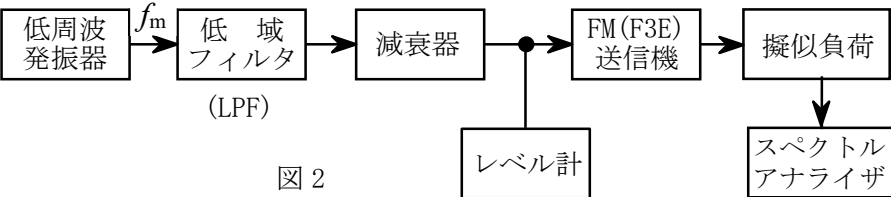


図 2

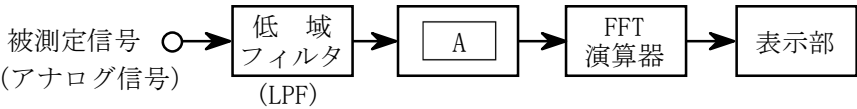
A-18 次に示す測定項目のうち、2つの測定量が共にベクトルネットワークアナライザで一般的に測定できるものとして、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 単一正弦波の周波数及びフィルタの位相特性
- 2 単一正弦波の周波数及びケーブルの電気長
- 3 ケーブルの電気長及びアンテナのインピーダンス
- 4 ケーブルの電気長及び矩形波の衝撃係数(デューティ比)
- 5 アンテナのインピーダンス及び矩形波の衝撃係数(デューティ比)

A-19 次の記述は、図に示す高速フーリエ変換(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) 被測定信号(アナログ信号)は、低域フィルタ(LPF)を通過した後、□A□でデジタルデータに置き換えられる。このデータは、FFT演算器で演算処理されて□B□のデータに変換され、表示部に表示される。
- (2) アナログ処理によるスーパーヘテロダイン方式のスペクトルアナライザとの相違点は、□C□の情報が得られることである。

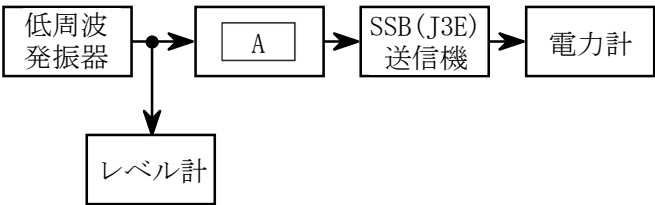
	A	B	C
1	A-D変換器	時間領域	位相
2	A-D変換器	周波数領域	位相
3	A-D変換器	周波数領域	振幅
4	D-A変換器	時間領域	振幅
5	D-A変換器	周波数領域	位相



A-20 次の記述は、SSB(J3E)送信機の空中線電力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。

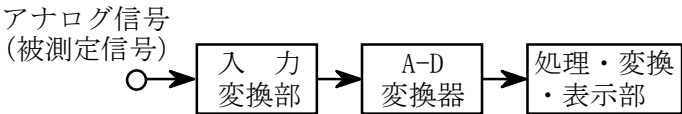
- (1) 図に示す構成例において、低周波発振器の発振周波数を所定の周波数(1,500[Hz])の正弦波とし、□A□を操作して送信機の変調信号の入力レベルを増加させながら、そのつど送信機出力を電力計で測定し、送信機出力が□B□するまで測定を行う。このとき、低周波発振器の出力レベルが一定に保たれていることをレベル計で確認する。
- (2) J3E送信機の空中線電力は、□C□で表示することが規定されており、送信機出力が□B□したときの平均電力である。

	A	B	C
1	変調度計	飽和	平均電力
2	変調度計	増加	尖頭電力
3	可変減衰器	増加	平均電力
4	可変減衰器	飽和	平均電力
5	可変減衰器	飽和	尖頭電力



B-1 次の記述は、図に示すデジタルマルチメータ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。

- (1) 入力変換部は、アナログ信号(被測定信号)を増幅するとともに□ア□に変換し、A-D変換器に出力する。処理・変換・表示部は、A-D変換器で被測定信号(入力量)と基準量とを比較して得たデジタル出力を処理し、測定結果として表示する。
- (2) A-D変換器における被測定信号(入力量)と基準量との比較方式には、直接比較方式と間接比較方式がある。
- (3) 直接比較方式は、入力量と基準量とを□イ□と呼ばれる回路で直接比較する方式であり、間接比較方式は、入力量を□ウ□してその波形の□エ□を利用する方式である。高速な測定に適するのは、□オ□比較方式である。



1 交流電圧	2 ミクサ	3 積分	4 傾き	5 間接
6 直流電圧	7 コンパレータ	8 微分	9 ひずみ	10 直接

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 □ エ □ 数で決まる。
- (3) 複数の搬送波を衛星中継器で共通増幅するため、増幅器の非線形歪による雑音を考慮する必要がある □ オ □ 。

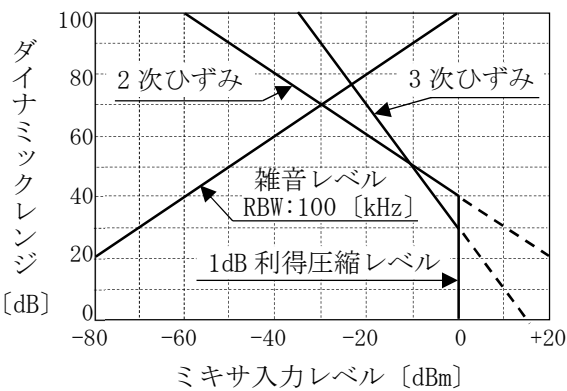
- | | | | | |
|---------|-------|-------|--------|-----------|
| 1 周波数分割 | 2 ある | 3 ない | 4 搬送波 | 5 パイロット信号 |
| 6 時分割 | 7 一つの | 8 二つの | 9 を乗じた | 10 で除した |

B-3 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高くなる。
- 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振幅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。

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高い領域では □ エ □ に、ミキサ入力レベルが低い領域では、□ オ □ によって測定の範囲が制限を受けることがわかる。



- | | | | | |
|----------|-------|------|---------|-----------|
| 1 位相の位置 | 2 最大の | 3 70 | 4 側波帯雑音 | 5 残留応答 |
| 6 周波数の高低 | 7 最小の | 8 90 | 9 内部雑音 | 10 高調波ひずみ |

B-5 次の記述は、SSB(J3E)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) SSB(J3E)通信方式は、□ ア □ 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。
- (2) 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 □ イ □ 。
- (3) SSB(J3E)波は、変調信号の □ ウ □ 放射される。
- (4) SSB(J3E)波は、AM(A3E)波に比べて選択性フェージングの影響を □ エ □ 。
- (5) SSB(J3E)波は、搬送波が □ オ □ 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。

- | | | | | |
|---------------|---------------|----------|--------|-------|
| 1 1/2 である | 2 1/4 である | 3 有るときだけ | 4 受け難い | 5 低減 |
| 6 AM(A3E)波の一つ | 7 AM(A3E)波の二つ | 8 無いときでも | 9 受け易い | 10 抑圧 |