

GA401

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 - 1 次の記述は、BPSK 等のデジタル変調方式におけるシンボルレートとビットレート(データ伝送速度)との原理的な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、シンボルレートは、1 秒当たりの変調回数(単位は [sps])を表す。

	A	B	C
(1) BPSK(2PSK)では、シンボルレートが 5.0 [Msps] のとき、ビットレートは、 □ A [Mbps] である。	1 5.0	20.0	4.0
(2) QPSK(4PSK)では、シンボルレートが 5.0 [Msps] のとき、ビットレートは、 □ B [Mbps] である。	2 5.0	10.0	2.5
(3) 16QAM では、ビットレートが 10.0 [Mbps] のとき、シンボルレートは、 □ C [Msps] である。	3 2.5	10.0	4.0
	4 10.0	2.5	1.6
	5 10.0	5.0	2.5

A - 2 次の記述は、デジタル位相変調方式を用いた BPSK(2PSK)及び QPSK(4PSK)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、変調信号に対して BPSK では、□ A [rad]、QPSK では、□ B [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 □ C することによって得られる。
 (3) 信号対雑音比(S/N)が同じとき、QPSK は、BPSK に比べて符号誤り率が □ D 。

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

A - 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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、搬送波を $a \sin \omega_c t [V]$ 、変調信号を $b \cos \omega_s t [V]$ で表すものとし、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 $b [V]$ 及び $\omega_s [rad/s]$ 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) FM 波の瞬時角周波数 ω は、式 で表される。ただし、 $k_f [rad/(s \cdot V)]$ は電圧を角周波数に変換する係数、□ A [rad/s] は最大角周波数偏移である。

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

- (2) FM 波の位相角 φ は、式 を t で積分して得られ、式 で表される。ただし、 $\theta [rad]$ は積分定数である。

$$\varphi = \int \omega dt = \omega_c t + (k_f b / \omega_s) \sin \omega_s t + \theta [rad] \text{ -----}$$

$k_f b / \omega_s$ は、FM 波の □ B を表す。

- (3) FM 波の全電力は、通常、変調信号の振幅の大きさによって変化 □ C 。

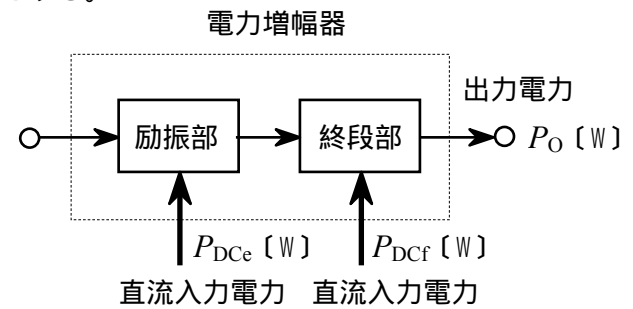
	A	B	C
1	$k_f b$	変調指数	しない
2	$k_f b$	変調指数	する
3	$k_f b$	角周波数	する
4	$k_f b / \omega_s$	変調指数	する
5	$k_f b / \omega_s$	角周波数	しない

A - 4 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。このうち正しいものを下の番号から選べ。

- 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強調(プレエンファシス)する。
- 受信機の入力端で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、周波数に比例して振幅が小さくなる。
- 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。
- 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低減(デエンファシス)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エンファシス回路の時定数を異なるものとするにより、平坦になる。

A - 5 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。

- 1 $(P_O / P_{DCf}) \times 100$ [%]
- 2 $\{ (P_O + P_{Dce}) / P_{DCf} \} \times 100$ [%]
- 3 $\{ (P_O - P_{Dce}) / P_{DCf} \} \times 100$ [%]
- 4 $\{ P_O / (P_{DCf} - P_{Dce}) \} \times 100$ [%]
- 5 $\{ P_O / (P_{DCf} + P_{Dce}) \} \times 100$ [%]



A - 6 次の記述は、BPSK(2PSK)復調器に用いられる基準搬送波再生回路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) 図1において、入力BPSK波 e_i は、式 で表され、図2(a)に示すように位相が0又は π [rad]のいずれかの値をとる。ただし、 e_i の振幅を1 [V]、搬送波の周波数を f_c [Hz] とする。また、2値符号 s は“0”又は“1”の値をとり、搬送波と同期しているものとする。

$$e_i = \square A \text{ [V] } \text{-----}$$

- (2) e_i を二乗特性を有するダイオードなどを用いた2乗倍器に入力すると、その出力 e_o は、式 で表される。ただし、2乗倍器の利得は1とする。

$$e_o = (\square A)^2 = \frac{1 + \cos 2(2\pi f_c t + \pi s)}{2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos(4\pi f_c t + 2\pi s) \text{ [V] } \text{-----}$$

式 の右辺の位相項は、 s の値によって0又は□ B の値をとるので、式 は、図2(b)に示すような波形を表し、 $2f_c$ [Hz]の成分を含む信号が得られる。

- (3) 2乗倍器の出力には、 $2f_c$ [Hz]の成分以外に雑音成分が含まれているので、通過帯域幅が非常に□ C フィルタ(BPF)で $2f_c$ [Hz]の成分のみを取り出し、位相同期ループ(PLL)で位相安定化後、その出力を1/2分周器で分周して図2(c)に示すような周波数 f_c [Hz]の基準搬送波を再生する。

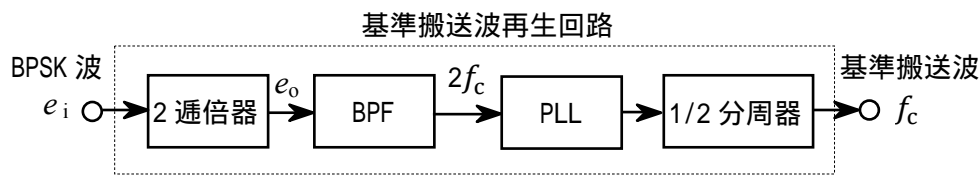


図1

- | A | B | C |
|--------------------------------|--------|----|
| 1 $\cos(2\pi f_c t + \pi s)$ | 2π | 狭い |
| 2 $\cos(2\pi f_c t + \pi s)$ | 2π | 広い |
| 3 $\cos(2\pi f_c t + \pi s/2)$ | π | 狭い |
| 4 $\cos(2\pi f_c t + \pi s/2)$ | π | 広い |
| 5 $\cos(2\pi f_c t + \pi s/2)$ | 2π | 狭い |

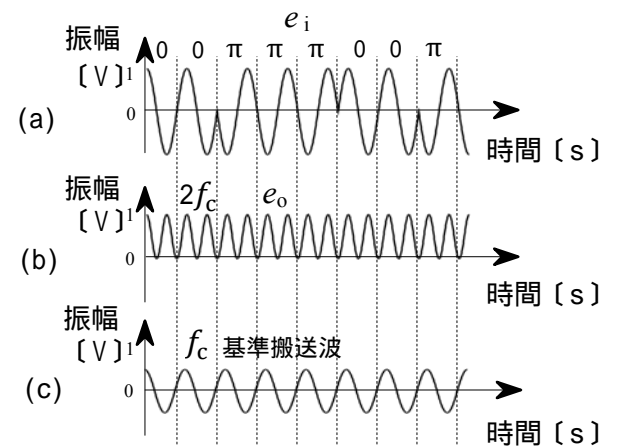


図2

A - 7 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、理論上の特性では同期検波は遅延検波に比べ、符号誤り率が □ A 。
- (2) 同期検波は、受信信号から再生した □ B を基準信号として用いる。
- (3) 遅延検波は、1シンボル □ C の変調されている搬送波を基準搬送波として位相検波する方式である。

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

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 [] とする。また、 1 [mW]を 0 [dBm]、 $\log_{10} 2 = 0.3$ とする。

- | | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1 10 [μ V] | 2 20 [μ V] | 3 30 [μ V] | 4 40 [μ V] | 5 50 [μ V] |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|

A - 9 次の記述は、FM(F3E)受信機に用いられる各種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。

- (1) 自動周波数制御(AFC)回路は、局部発振器の発振周波数の変動を自動的に補正し、□ A □ を正確な値に保つ動作を行う。
- (2) スケルチ回路は、受信機入力信号が □ B □ なとき、大きな雑音がスピーカから出力されるのを防ぐ動作を行う。
- (3) 振幅制限回路は、伝搬の途中において発生するフェージングなどによる □ C □ の変動が、ひずみや雑音として復調されるのを防ぐ動作を行う。

A	B	C
1 出力レベル	無いか、又は微弱	位相
2 出力レベル	過大	振幅
3 中間周波数	過大	位相
4 中間周波数	無いか、又は微弱	振幅
5 中間周波数	無いか、又は微弱	位相

A - 10 図に示す無線通信回線において、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 40〔dBm〕、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 3〔dB〕、送信アンテナ及び受信アンテナ間の伝搬損失を 140〔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、1〔mW〕を 0〔dBm〕とする。

1 70〔dB〕
2 60〔dB〕
3 50〔dB〕
4 40〔dB〕
5 30〔dB〕

A - 11 次の記述は、図に示すコンデンサ入力形平滑回路を持つ単相半波整流回路に用いるダイオードDの逆耐電圧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。また、交流入力、単一の正弦波とする。

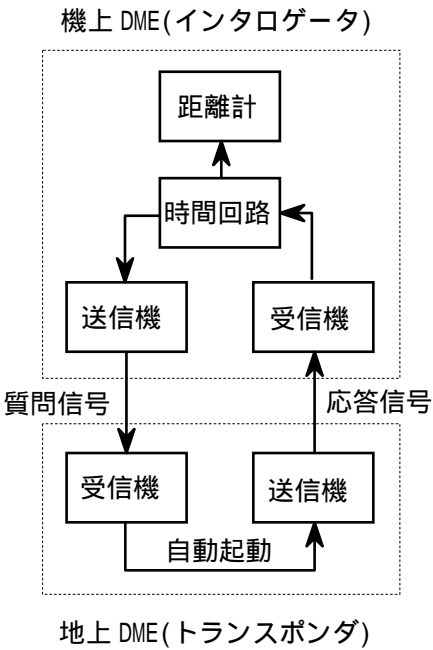
- (1) 無負荷のとき、コンデンサCの両端の電圧 V_c 〔V〕は、交流入力電圧の □ A □ とほぼ等しい。
- (2) ダイオードDが非導通(OFF)のとき、Dに加わる逆電圧の最大値は、交流入力電圧の □ A □ のほぼ □ B □ 倍になる。
- (3) 交流入力実効値が100〔V〕のとき、Dに必要な逆耐電圧の値は、約 □ C □ である。

A	B	C
1 最大値	1.4	$140\sqrt{2}$ 〔V〕
2 最大値	2	$200\sqrt{2}$ 〔V〕
3 平均値	1.4	$280\sqrt{2}/\pi$ 〔V〕
4 平均値	2	$400\sqrt{2}/\pi$ 〔V〕
5 実効値	1.4	140〔V〕

A - 12 次の記述は、図に示す航空用DME(距離測定装置)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。

- (1) 地上DME(トランスポンダ)は、航空機の機上DME(インタロゲータ)から送信された質問信号を受信すると、自動的に応答信号を送信し、インタロゲータは、質問信号と応答信号との □ A □ を測定して航空機とトランスポンダとの □ B □ を求める。
- (2) トランスポンダは、複数の航空機からの質問信号に対し応答信号を送信する。このため、インタロゲータは、質問信号の発射間隔を □ C □ にし、自機の質問信号に対する応答信号のみを安定に同期受信できるようにしている。

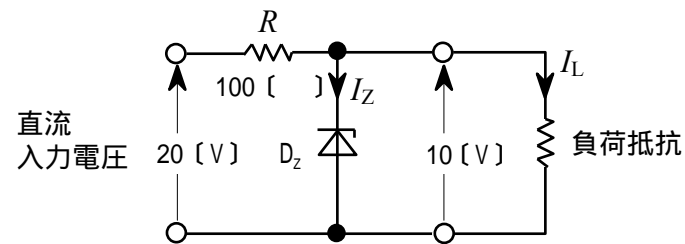
A	B	C
1 時間差	方位	一定
2 時間差	距離	一定
3 時間差	距離	不規則
4 周波数差	方位	不規則
5 周波数差	距離	一定



A - 13 次の記述は、図に示す基本的な定電圧回路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。ただし、ツェナーダイオード D_z のツェナー電圧を 10 [V]、直流入力電圧を 20 [V]、抵抗 R を 100 [] とする。

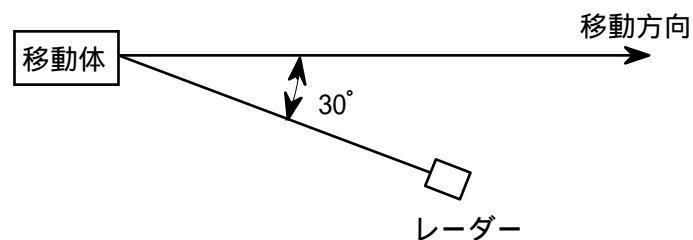
D_z に流れる電流 I_z [A] と負荷抵抗に流れる電流 I_L [A] との和は、一定である。よって、 I_z の最大値は、負荷が □ A のときで、□ [A] になる。したがって、このときに D_z で消費される電力 □ [W] より大きい許容損失の D_z を使用する必要がある。

	A	B	C
1	短絡	0.2	1.0
2	短絡	0.2	2.0
3	開放	0.1	1.0
4	開放	0.1	2.0
5	開放	0.2	2.0



A - 14 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、 $v = v_0 \cos 30^\circ$ で表せる。また、 $\cos 30^\circ = 0.87$ とする。

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



A - 15 最高周波数が 10 [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い、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 80 [kbps]
- 2 160 [kbps]
- 3 240 [kbps]
- 4 320 [kbps]
- 5 400 [kbps]

A - 16 次の記述は、デジタル・ストレージ型スペクトルアナライザによる周波数測定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。

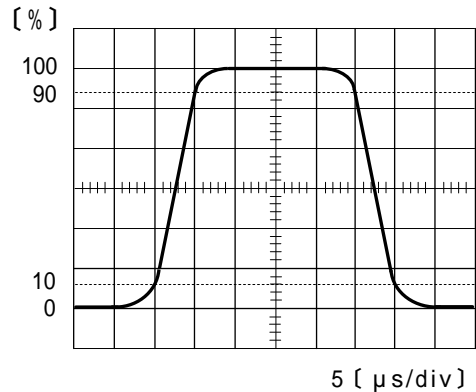
- 1 多数の信号のスペクトルが近接し混在していても、雑音等の隣接した妨害波の影響がない測定条件のもとで希望する信号のスペクトルの周波数測定ができる。
- 2 トリガモードによる掃引機能を用いて、発生頻度の低い信号のスペクトルの周波数測定ができる。
- 3 希望する信号のスペクトルよりも振幅が大きいスペクトルがある場合、又は複数スペクトルの周波数を測定する場合は、ネクストピーク等のマーカサーチ機能を用いて効率的に測定することができる。
- 4 局部発振器にシンセサイザを用いているため、基準発振器又は外部基準周波数信号の周波数が不正確であっても十分な周波数測定精度を得ることができる。
- 5 機能的には、分析したスペクトル周波数をマーカで読み取る方式及び局部発振周波数と中間周波数を周波数カウンタと同様に計数することによりマーカを置いた信号スペクトルの周波数を高分解能で測定する方式を併設しているものがある。

A - 17 次の記述は、デジタル伝送における符号の誤り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 符号誤り率は、誤った受信符号数と伝送した全符号数との比で表される。
- 2 多相 PSK の搬送波の位相と符号の関係が、自然 2 進 (バイナリ) 符号による対応の場合は、隣り合う符号間で値が変化する際に変化した符号に誤りが生じたとき、常に複数ビットの誤りとなる。
- 3 自然 2 進 (バイナリ) 符号よりグレイ符号を用いた方がビット誤り率を小さくできる。
- 4 BPSK 等の 2 値変調では、符号誤り率とビット誤り率は同じ値になる。
- 5 多相 PSK の搬送波の位相と符号の関係が、グレイ符号による対応の場合は、隣り合う符号間で値が変化する際に変化した符号に誤りが生じたとき、常に 1 ビットの誤りですむ。

A - 18 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5〔 μ s〕とする。

	立上がり時間	パルス幅
1	15〔 μ s〕	25〔 μ s〕
2	15〔 μ s〕	30〔 μ s〕
3	15〔 μ s〕	20〔 μ s〕
4	5〔 μ s〕	25〔 μ s〕
5	5〔 μ s〕	30〔 μ s〕



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

被測定信号 ○ → 低域フィルタ (LPF) → □A□ → FFT演算器 → 表示部

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。

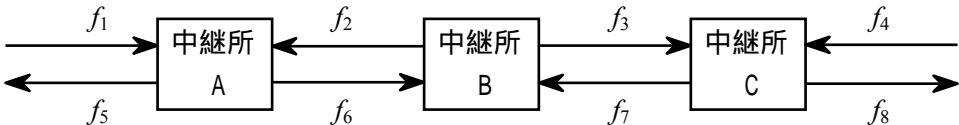
- (1) 図に示す構成例において、低周波発振器の発振周波数を所定の周波数(1,500〔Hz〕の正弦波)とし、□A□を操作して送信機の変調信号の入力レベルを増加しながら、そのつど送信機出力を電力計で測定し、送信機出力が□B□するまで測定を行う。このとき、低周波発振器の出力レベルが一定に保たれていることをレベル計で確認する。
- (2) J3E送信機の空中線電力は、□C□で表示することが規定されており、送信機出力が□B□したときの平均電力である。

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

低周波発振器 → □A□ → SSB(J3E)送信機 → 電力計
 低周波発振器 → レベル計

B - 1 次の記述は、図に示すマイクロ波通信における2周波中継方式の送信及び受信周波数配置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 中継所Aの送信周波数 f_5 、 f_6 と、中継所Cの送信周波数 f_7 、 f_8 は同じ周波数である。
- イ 中継所Bの送信周波数 f_3 と、受信周波数 f_7 は同じ周波数である。
- ウ 中継所Bの送信周波数 f_3 と、受信周波数 f_6 は同じ周波数である。
- エ 中継所Aの送信周波数 f_5 と、中継所Cの受信周波数 f_3 は同じ周波数である。
- オ 中継所Bの送信周波数 f_2 と、送信周波数 f_3 は同じ周波数である。



B - 2 符号分割多元接続方式(CDMA)及びこれを利用した移動通信システムの特徴に関する次の記述について、正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

ア CDMA は、拡散符号が一致しないと復調できないので、秘話性、秘匿性が高い。

イ ソフトハンドオーバーとは、すべての基地局のセル、セクタで異なる搬送周波数を使用することを利用して、移動局が複数の基地局と並行して通信を行うことで、セル境界での短区間変動の影響を軽減し、通信品質を向上する技術である。

ウ レイク受信技術とは、マルチパス環境において多重波信号を線形受信し、遅延を等化して合成することによって受信特性を改善するものである。

エ 遠近問題とは、希望局(移動局)が基地局から遠方などで希望局の受信信号が弱く、基地局の近傍などにいる非希望局(移動局)からの干渉電力が、逆拡散の過程における拡散利得値以上に希望波電力よりも大きい場合に、希望局の信号を正常に受信できなくなることである。

オ 遠近問題を解決するためには、受信電力が移動局で同一になるようにすべての基地局の送信電力を制御する必要がある。

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

B - 4 次の記述は、図に示すデジタルマルチメー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。

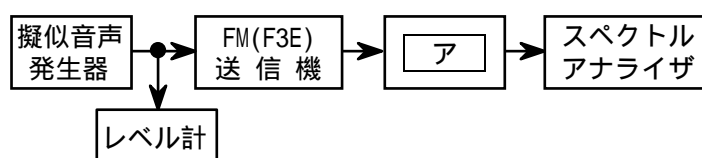
- (1) 入力変換部は、アナログ信号(被測定信号)を増幅するとともに □ア に変換し、A-D 変換器に出力する。A-D 変換器は、被測定信号(入力量)と基準量とを比較して得た測定結果を表示部に表示する。
- (2) A-D 変換器における被測定信号(入力量)と基準量との比較方式には、直接比較方式と間接比較方式がある。直接比較方式は、入力量と基準量とを □イ で直接比較する方式であり、間接比較方式は、入力量を □ウ してその波形の □エ を利用する方式である。高速な測定に適するのは、□オ 比較方式である。



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

B - 5 次の記述は、図に示す構成例を用いた FM(F3E)送信機の占有周波数帯幅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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 擬似音声発生器から規定のスペクトルをもつ擬似音声信号を送信機に加え、所定の変調を行った周波数変調波を □ア に出力する。スペクトルアナライザを所定の動作条件とし、規定の占有周波数帯幅 □イ の帯域を掃引し、所要の数のサンプル点で測定した各電力値の □ウ から全電力を求める。
- (2) 測定する最低の周波数から高い周波数の方向に掃引して得たそれぞれの電力値を順次加算したとき、その電力が全電力の □エ [%] になる周波数 f_1 [Hz] を求める。次に、測定する最高の周波数から低い周波数の方向に掃引して得たそれぞれの電力値を順次加算したとき、その電力が全電力の □エ [%] になる周波数 f_2 [Hz] を求めると、占有周波数帯幅は、□オ [Hz] となる。測定結果として占有周波数帯幅は、[kHz] の単位で記録する。



- | | | | | |
|-----------|-----|-------|-------------|----------------|
| 1 擬似負荷 | 2 和 | 3 2.5 | 4 と同程度 | 5 $f_2 - f_1$ |
| 6 擬似雑音発生器 | 7 差 | 8 0.5 | 9 の2~3.5倍程度 | 10 $f_1 + f_2$ |