

GA101

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、AM (A3E) 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、信号波は単一正弦波とする。

(1) AM 波 e_{AM} は、 $e_{AM} = \square A$ [V] で表される。ただし、搬送波の振幅、搬送波の角周波数及び信号波の角周波数を、それぞれ E [V]、 ω [rad/s] 及び p [rad/s] とし、 $m \times 100$ [%] を変調度とする。

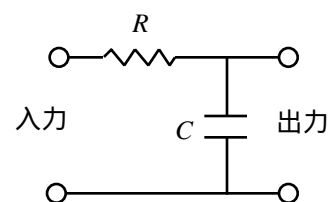
(2) 信号波によって搬送波の振幅が変化し、信号波がないときは □ B。

(3) 上側帯波及び下側帯波の電力の和は、搬送波電力の □ C 倍である。

	A	B	C
1	$E(1+m\sin pt)\cos \omega t$	搬送波のみになる	$m^2/2$
2	$E(1+m\sin pt)\cos \omega t$	搬送波もなくなる	$m^2/4$
3	$E(1+m\sin pt)\cos \omega t$	搬送波のみになる	$m^2/4$
4	$E(1+m\sin \omega t)\cos pt$	搬送波もなくなる	$m^2/2$
5	$E(1+m\sin \omega t)\cos pt$	搬送波のみになる	$m^2/4$

A - 次の記述は、図に示す抵抗 R [Ω] 及びコンデンサ C [F] で構成される前置ひずみ (補償) 回路を用いて位相変調器から周波数変調波を得る原理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。ただし、信号波の角周波数を p [rad/s] とし、 $pCR = 1$ とする。

- 1 周波数変調波の最大角周波数偏移及び位相変調波の最大位相偏移は、ともに信号波の振幅に比例する。
- 2 周波数変調波は、変調指数が p に反比例し、同一の信号波で変調した位相変調波に比べて位相が $\pi/2$ [rad] 遅れる。
- 3 位相変調波は、変調指数が p とは無関係である。
- 4 振幅一定の信号波を前置ひずみ (補償) 回路に加えると、その出力の振幅は p に反比例する。
- 5 振幅一定の信号波を前置ひずみ (補償) 回路を通して位相変調器に加えると、その出力は、変調指数が p に比例し、前置ひずみ (補償) 回路を通さないときに比べて位相が $\pi/2$ [rad] 進むので、周波数変調波を得ることができる。



A - 3 送信周波数が 150 [MHz] の送信機 T_1 に、近傍に存在する送信機 T_2 の電波が入り込み、149.8 [MHz] と 150.4 [MHz] の三次の相互変調波が発生した。このときの T_2 の送信周波数として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 149.6 [MHz]
- 2 149.9 [MHz]
- 3 150.1 [MHz]
- 4 150.2 [MHz]
- 5 150.6 [MHz]

A - 次の記述は、BPSK (2PSK) 信号及び QPSK (4PSK) 信号の信号空間ダイアグラム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。

信号空間ダイアグラムは、信号が取り得るすべての値を複素平面に表示したものである。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、信号空間ダイアグラムにおける信号点の間の距離のうち、最も短いものをいう。

(1) 図 1 に示す BPSK 信号の信号空間ダイアグラムにおいて、信号点間距離は □ A で表される。また、図 2 に示す QPSK 信号の信号空間ダイアグラムにおいて、信号点間距離は □ B で表される。

(2) BPSK 信号及び QPSK 信号の信号点間距離を等しくして誤り率を同じにするためには、QPSK 信号の振幅を BPSK 信号の振幅の □ B 倍にする必要がある。

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

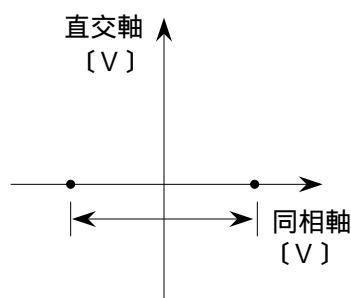


図 1 BPSK 信号空間ダイアグラム

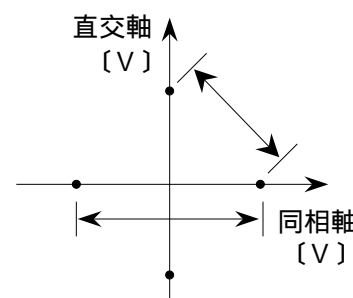


図 2 QPSK 信号空間ダイアグラム

- A - 5 振幅変調波を二乗検波し、低域フィルタを通したときの出力電流 i_a の高調波ひずみ率の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 i_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] とする。また、変調度 $m \times 100$ [%] の値を 60 [%] とする。

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

- 1 6 [%] 2 10 [%] 3 15 [%] 4 18 [%] 5 60 [%]

- 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) 図 1 において、入力 BPSK 波 e_i は、次式で表され、図 2 (a) に示すように位相が 0 または 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 値符号は "0" または "1" の値を取り、搬送波と同期しているものとする。

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

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

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

式 の右辺の位相項は、 s の値によって 0 または $\square B$ 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) 式 には、 $2f_c$ [Hz] の成分以外に $\square C$ 成分が含まれているので、帯域フィルタ (BPF) で $2f_c$ [Hz] の成分のみを取り出し、これを 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。

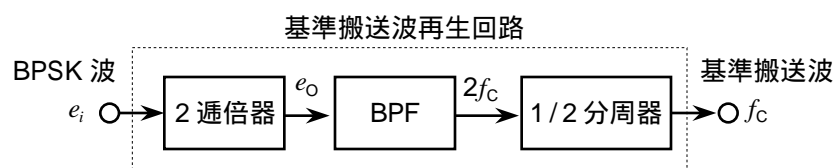


図 1

- | A | B | C |
|------------------------|---|-----|
| 1 $\cos(2f_c t + s)$ | 2 | 高調波 |
| 2 $\cos(2f_c t + s)$ | | 直流 |
| 3 $\cos(2f_c t + s)$ | 2 | 直流 |
| 4 $\cos(2f_c t + s/2)$ | | 高調波 |
| 5 $\cos(2f_c t + s/2)$ | 2 | 直流 |

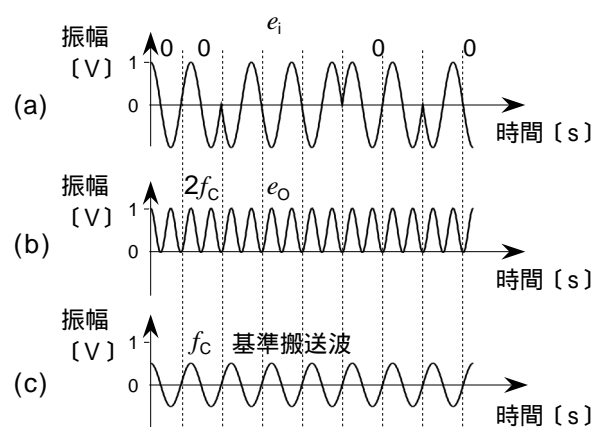


図 2

- 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。

- | | A | B | C |
|---|------|------|-------|
| (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 □ 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 □ B でほぼ決まる。 | 1 最小 | 雑音指数 | 映像周波数 |
| (2) 高周波増幅器を設けると、□ C の電波による妨害の低減に効果がある。 | 2 最小 | 帯域幅 | 近接周波数 |
| | 3 最小 | 雑音指数 | 近接周波数 |
| | 4 最大 | 帯域幅 | 映像周波数 |
| | 5 最大 | 雑音指数 | 近接周波数 |

- A - 8 受信機の入力端に入力される信号 e の電力が -90 [dBm] のとき 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] とする。

- 1 1 [μV] 2 2 [μV] 3 4 [μV] 4 7 [μV] 5 10 [μV]

- A - 9 増幅器の入力端における信号の有能電力が -16 [dBm]、雑音の有能電力が -34 [dBm]、また、出力端における信号の有能電力が -97 [dBm]、雑音の有能電力が -108 [dBm] であるとき、この増幅器の雑音指数 (真数) の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 1 [mW] を 0 [dBm] とし、 \log_2 0.3 とする。

- 1 5 2 7 3 9 4 11 5 14

A - 10 次の記述は、図 1 に示す整流回路のチョーク入力形平滑回路のリプル率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、ダイオード D_1 及び D_2 は理想ダイオードとする。

- (1) 正弦波の交流入力に対する端子 a の電圧 v_a は、図 2 に示すような □ A 波形となり、これをフーリエ級数で表すと、次式が得られる。ただし、 D_1 及び D_2 に入力される交流の最大振幅を 1 [V]、角周波数を [rad/s] とする。

$$v_a = \frac{2}{3} - \frac{4}{15} \left(\frac{1}{3} \cos 2t + \frac{1}{15} \cos 4t + \frac{1}{35} \cos 6t + \dots \right) \text{ [V] } \text{-----}$$

式 右辺の 4 以上の高調波成分は、振幅が小さく、かつチョークコイル L [H] 及びコンデンサ C [F] により十分減衰するものとして無視すれば、端子 b におけるリプル成分の角周波数は 2 のみとなるので、端子 a におけるリプル率 r_a は、式 の直流成分及び 2 の成分の実効値を用いて次式で表される。

$$r_a = \frac{\text{リプル成分の実効値}}{\text{直流成分}} = \text{□ B } \text{-----}$$

- (2) 2 に対して、図 1 の C のリアクタンスが L のリアクタンスより十分小さく、また、負荷抵抗 R_L [] よりも小さいとすれば、リプル成分の減衰率は、 $\{1/(2C)\}/(2L) = 1/(4L^2C)$ とみなせるので、端子 b のリプル率 r_b は、次式で表される。

$$r_b = r_a \times \text{□ C } \text{-----}$$

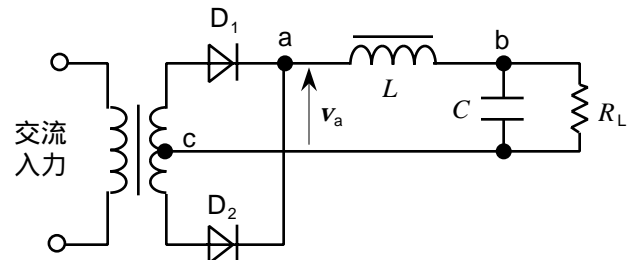


図 1

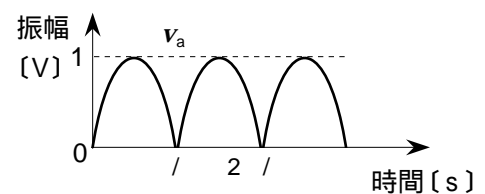


図 2

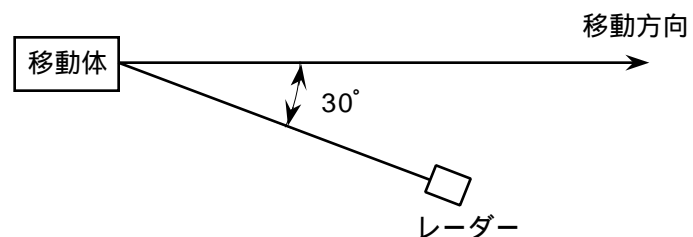
A	B	C
1 全波整流	2/3	$1/(6L^2C)$
2 全波整流	$\sqrt{2}/3$	$1/(6L^2C)$
3 全波整流	2/3	$1/(3\sqrt{2}L^2C)$
4 半波整流	$\sqrt{2}/3$	$1/(6\sqrt{2}L^2C)$
5 半波整流	2/3	$1/(3\sqrt{2}L^2C)$

A - 11 次の記述は、二次電池の充電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 定電流充電は、常に一定の電流で充電する。
- 2 定電圧充電は、電池にかかる電圧を充電終止電圧に設定し、これを一定に保って充電する。
- 3 定電圧充電では、充電する電流の大きさは、充電の終期に近づくほど小さくなる。
- 4 電池の電極の負担を軽くするには、充電の初期に大きな電流が流れ過ぎないようにする。
- 5 一般によく用いられる定電圧・定電流充電は、充電の初期及び中期には定電圧で充電し、終期には定電流で充電する。

A - 12 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、1 [kHz] 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、 $\cos 30^\circ = 0.87$ とする。

- 1 54 [km/h]
- 2 62 [km/h]
- 3 94 [km/h]
- 4 108 [km/h]
- 5 124 [km/h]



A - 13 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 方式では、中継器の電力増幅器を非線形領域で動作させると、相互変調波などによる干渉が多くなる。
- 2 FDMA 方式では、中継器当たりの伝送容量が、アクセスする地球局の数が増加するほど増加する。
- 3 FDMA 方式で用いる SCPC 方式は、音声信号の一つのチャネルに対して一つの搬送波を割り当てる方式である。
- 4 TDMA 方式は、複数の地球局が同じ搬送波を使用し、一つの中継器を時間軸上で分割して用いる。
- 5 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ている。

A - 14 次の記述は、パルス変調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) パルス振幅変調 (PAM) は、入力信号の□ A □ に応じてパルスの振幅が変化し、パルスの周波数及び幅は一定である。 | A | B | C |
| (2) パルス位相 (位置) 変調 (PPM) は、入力信号の□ B □ に応じてパルスの位相 (位置) が変化し、パルスの振幅及び幅は一定である。 | 1 振幅 | 振幅 | 振幅 |
| (3) パルス符号変調 (PCM) は、入力信号の□ C □ に応じて複数のパルスを組み合わせて表される符号が変化し、パルスの振幅及び幅は一定である。 | 2 振幅 | 位相 | 正負の極性 |
| | 3 振幅 | 振幅 | 正負の極性 |
| | 4 位相 | 位相 | 振幅 |
| | 5 位相 | 振幅 | 正負の極性 |

A - 15 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。

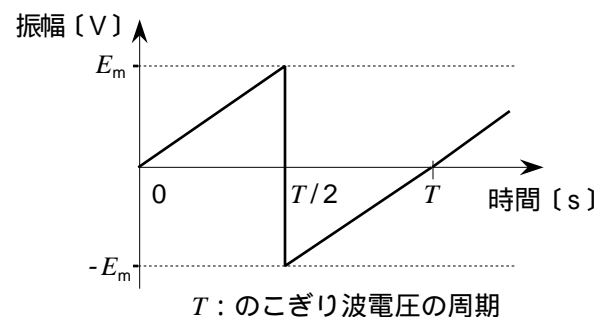
- 1 符号誤り率は、誤った受信符号数と伝送した全符号数との比で表される。
- 2 2 値変調では、符号誤り率とビット誤り率は同じ値になる。
- 3 グレイ符号では、隣の符号への誤りが生じたとき、常に 1 ビットの誤りですむ。
- 4 自然 2 進 (バイナリ) 符号では、隣の符号への誤りが生じたとき、常に複数ビットの誤りとなる。
- 5 自然 2 進 (バイナリ) 符号よりグレイ符号を用いた方がビット誤り率を小さくできる。

A - 16 次の記述は、デジタル方式の波形観測機器 (オシロスコープ等) 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 入力波形を A/D 変換によりデジタル信号にしてメモリに順次記録し、そのデータを D/A 変換により再びアナログ値に変換して入力された波形と同じ波形を観測する。
- 2 標本化定理によれば、直接観測することが可能な周波数の上限はサンプリング周波数の 2 倍までである。
- 3 直接観測することが困難な超高速の波形に対しては、その波形の 1 周期に 1 回の割合で少しずつ位相をずらせてサンプリングし、得られた振幅の包絡線を描くことにより元の波形と相似の波形を表示し、観測する方法がある。
- 4 単発現象でも、メモリに記録した波形情報を繰り返し読み出すことによって静止波形として観測できる。
- 5 アナログ方式による観測に比べ、観測データの解析や処理が容易に行える。

A - 17 図に示すのこぎり波電圧を、真の実効値を指示する電圧計で測定したときの指示値が 1 [V] であった。のこぎり波電圧の波高値 E_m の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電圧計の誤差はないものとする。

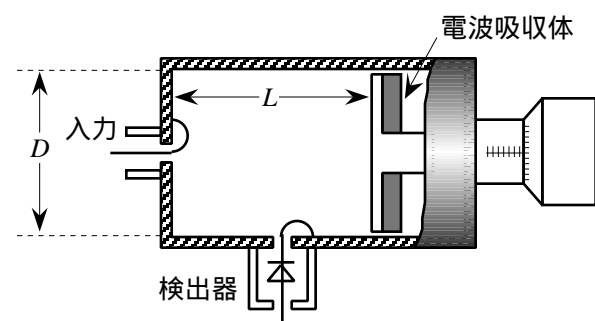
- 1 $1/\sqrt{3}$ [V]
- 2 $1/\sqrt{2}$ [V]
- 3 1 [V]
- 4 $\sqrt{2}$ [V]
- 5 $\sqrt{3}$ [V]



A - 18 図に示すマイクロ波の周波数測定に用いる H_{011} 形空洞周波数計の共振空洞の長さ L [cm] の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、直円筒からなる共振空洞の共振波長は次式で表され、励振モードによって決まる定数 a と共振空洞の直径 D [cm] とには、 $2a/(D) = 40[\text{cm}^{-1}]$ の関係があり、軸方向の電磁界の起伏の数 n は 1 とする。また、 $a = 4$ [cm] とする。

$$L = \frac{2}{\sqrt{(n/L)^2 + \{2/(D)\}^2}} \text{ [cm]}$$

- 1 1.87 [cm]
- 2 2.27 [cm]
- 3 3.33 [cm]
- 4 4.15 [cm]
- 5 5.00 [cm]



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。

- (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 □ A の低域フィルタで近似でき、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。

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

- (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。

$$0.1 = 1 - e^{-t'/(CR)}$$

$$t' = 0.1CR \text{ [s] -----}$$

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

$$t'' = \text{□ B [s] -----}$$

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

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

	A	B	C
1	一次	$2.3CR$	$1/(2 - CR)$
2	一次	$0.23CR$	$2 - CR$
3	一次	$2.3CR$	$2 - CR$
4	二次	$0.23CR$	$1/(2 - CR)$
5	二次	$2.3CR$	$2 - CR$

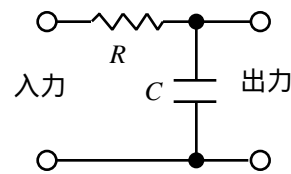


図 1

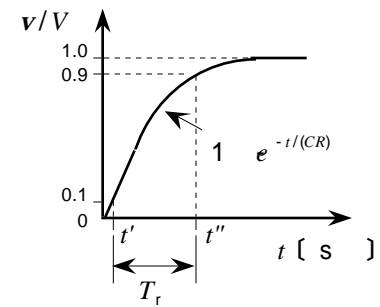
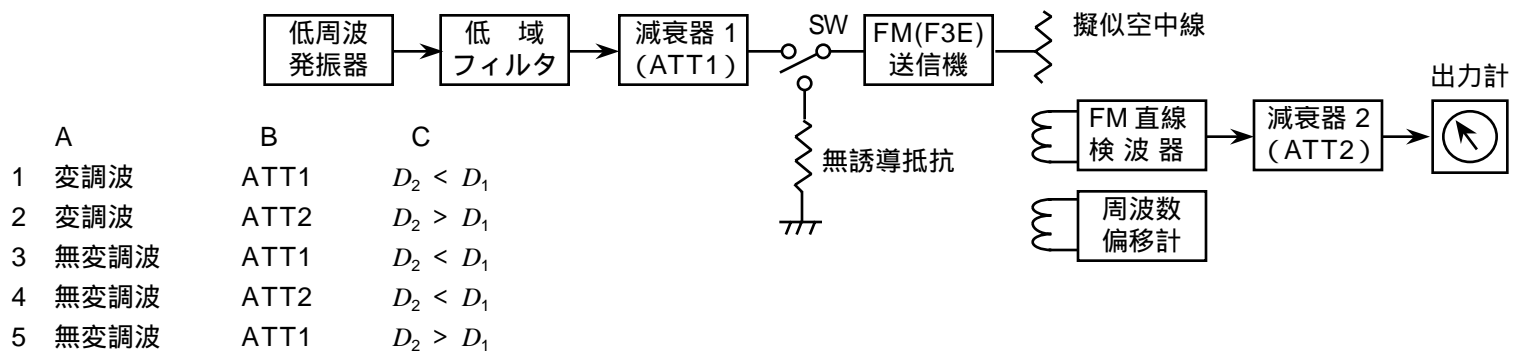


図 2

A - 20 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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) スイッチ SW を □ 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 □ A を出力する。FM 直線検波器の出力を出力計の指示値が読み取れる値 V [V] となるように減衰器 (ATT2) を調整し、このときの ATT2 の読みを D_1 [dB] ($D_1 > 0$) とする。
- (2) 次に、SW を □ 側に接続し、低周波発振器から規定の変調信号 (例えば 1 [kHz]) を低域フィルタ及び減衰器 (ATT1) を通して送信機に加え、周波数偏移計の値が規定の周波数値になるように □ B を調整する。
- (3) FM 直線検波器の出力が (1) と同じ [V] となるように ATT2 を調整し、このときの ATT2 の読みを D_2 [dB] ($D_2 > 0$) とすれば、□ C である。信号対雑音比 (S/N) は、 D_1 、 D_2 の差から求まる。



B - 1 次の記述は、FM 放送におけるプレエンファシスの目的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) FM 放送で伝送される音声や音楽などは、その周波数スペクトルの □ ア 部分にほとんどのエネルギーが含まれる。
- (2) FM 受信機に加わった平坦な周波数特性を持つ雑音は、復調されるといわゆる □ 雑音と呼ばれ、周波数が高くなるほど大きな雑音となる。
- (3) このため、送信側において変調信号の高域部分の振幅をあらかじめ □ 送出し、受信側では復調 □ 工 に、送信側と逆の特性を用いて元の信号に戻すことにより、□ 才 を改善する。

1 強調して	2 ひずみ率	3 信号対雑音比	4 低～中域	5 三角
6 低減して	7 する前	8 した後	9 高域	10 フリッカ

B - 2 次の記述は、レーダー方程式のパラメータを変えて最大探知距離を2倍にする方法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。ただし、最大探知距離は、レーダー方程式のみで決まるものとし、最小受信電力は、信号の探知限界の電力とする。また、アンテナは送受共用であり、送信利得と受信利得は同じとする。

- ア 送信電力を8倍にする。
- イ 最小受信電力が16倍大きい受信機を用いる。
- ウ 送信電力を4倍にし、アンテナの利得を2倍にする。
- エ 物標の有効反射断面積を4倍にする。
- オ アンテナの利得を4倍にする。

B - 3 次の記述は、通信衛星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) 通信衛星は、通信を行うための機器（ミッション機器）及びこれをサポートする共通機器（バス機器）から構成される。ミッション機器は、□ア□及び中継器（トランスポンダ）などである。
- (2) 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、□イ□で減衰した信号を必要なレベルに増幅して送信する。また、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、□ウ□が小さい増幅器を用いる。
- (3) 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□エ□のセルは、スピンの衛星では円筒状のドラムに、三軸衛星では展開式の□オ□状のパネルに実装される。

- | | | | | |
|--------|----------|----------|-----------|------|
| 1 利得 | 2 アップリンク | 3 ダウンリンク | 4 通信用アンテナ | 5 平板 |
| 6 内部雑音 | 7 鉛蓄電池 | 8 太陽電池 | 9 姿勢制御機器 | 10 球 |

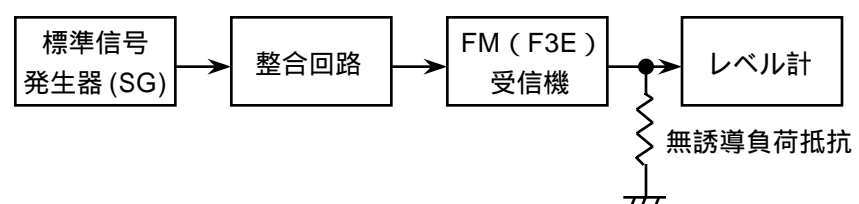
B - 4 次の記述は、スペクトル拡散（SS）通信方式について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 直接拡散方式は、デジタル信号と擬似雑音（PN）系列との□ア□により周波数のスペクトルを拡散した信号で、搬送波を変調する。
- (2) 周波数ホッピング方式は、□イ□の周波数をPN系列によって定められた順序で時間的に切り換え、周波数を拡散する。
- (3) 送信側で拡散に用いたPN系列と□ウ□符号系列でしか復調できないため、混信妨害を受けにくく、秘匿性が高い。
- (4) 送信する全電力が同じとき、他の通信方式に比べて、1〔Hz〕当たりの電力密度が□エ□。
- (5) 通信チャネルごとに異なるPN系列を用いる多元接続方式は、□オ□と呼ばれる。

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-----------|----------------|
| 1 加算 | 2 掛け算 | 3 小さい | 4 FDMA 方式 | 5 搬送波 |
| 6 異なる | 7 同じ | 8 大きい | 9 CDMA 方式 | 10 デジタル信号のクロック |

B - 5 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) 受信機の自動利得調整（AGC）回路及び□ア□路を□イ□とし、希望の受信周波数に設定して最良の状態に調整したときの受信雑音出力を測定する。このとき標準信号発生器（SG）の出力は断（OFF）とする。
- (2) 標準信号発生器（SG）の周波数を受信機の受信周波数に合わせ、SGの出力（無変調）を調整して受信機の受信雑音出力の大きさをSGの出力が断（OFF）のときの雑音出力より□ウ□小さくするようにし、このときのSGの出力を〔dB〕とする。次に、SGの出力を□エ□させ、SGの周波数を受信周波数の帯域外にわたって大きく変えて受信機に感度がある周波数に合わせ、同様にしてSGの出力を求める。このときのSGの出力を〔dB〕とする。
- (3) 受信機に感度があるその他の周波数においても同様の測定を行い、その結果からスプリアスレスポンスは、□オ□〔dB〕として求めることができる。



- | | | | | |
|---------|---------|----------|------|-----------------|
| 1 B - A | 2 接（ON） | 3 断（OFF） | 4 減少 | 5 スケルチ |
| 6 B + A | 7 3〔dB〕 | 8 20〔dB〕 | 9 増加 | 10 自動周波数制御（AFC） |