

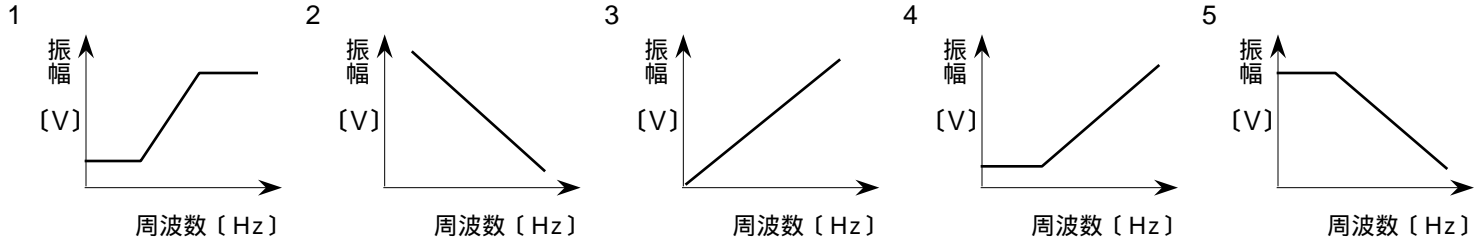
AA009

第一級総合無線通信士「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。

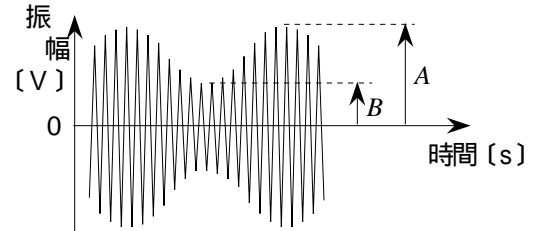
25問 2時間30分

A - 1 図に示す FM (F3E) 送信機の瞬時偏移制御 (IDC) 回路の構成例において、入力信号の周波数に対する出力信号の振幅の特性 (概略図) として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、入力信号の振幅は、一定とする。

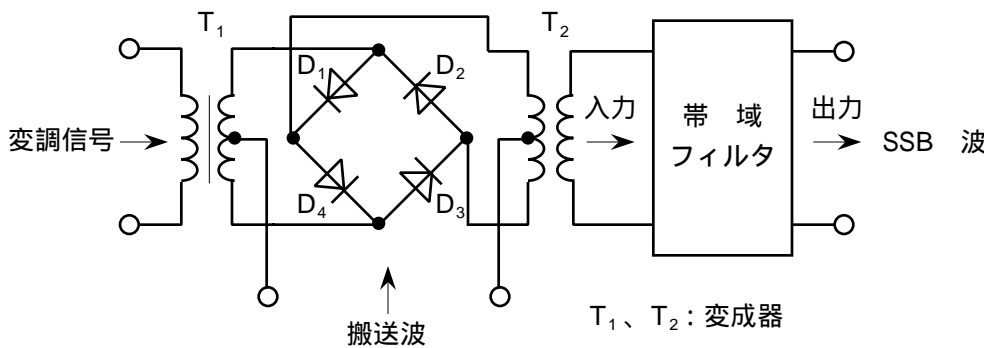


A - 2 図に示す AM (A3E) 変調波の変調度が 60 [%] のとき、振幅の最小値 (B [V]) と最大値 (A [V]) との比 (B/A) の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、変調信号は、単一正弦波とする。

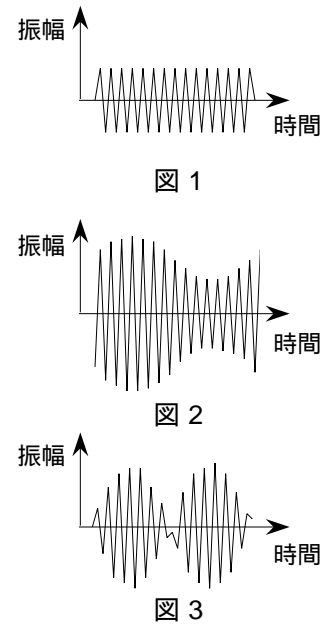
- 1 0.25
- 2 0.36
- 3 0.4
- 4 0.5
- 5 0.6



A - 3 図に示す SSB (J3E) 変調器において、帯域フィルタの入力及び出力の波形の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、変調信号は単一正弦波とし、ダイオード D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>、D<sub>3</sub> 及び D<sub>4</sub> の特性は同一とする。



	入力	出力
1	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 3
2	<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 1
3	<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 3
4	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 1
5	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 2



A - 4 次の記述は、無線送信機の寄生発射の原因とその軽減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。

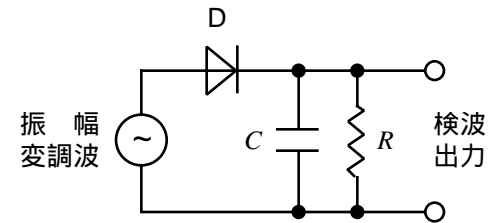
- (1) 寄生発射は、部品や配線などが互いに電磁的あるいは静電的な結合により、□ A が形成されることにより生ずる。
- (2) 寄生発射の周波数は、通常、送信周波数 □ B 。

	A	B
1	発振回路	の整数倍又は整数分の一である
2	発振回路	と関係がない
3	発振回路	と同じである
4	アンテナ	と関係がない
5	アンテナ	の整数倍又は整数分の一である

A - 5 次の記述は、送信機における水晶発振器の発振周波数の変動の原因及びその対策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 発振周波数の変動の原因の一つとして、水晶発振器の後段に設けた周波数逓倍器、励振増幅器及び終段電力増幅器などの負荷変動がある。
- 2 負荷変動による発振周波数の変動を抑える方法の一つとして、水晶発振器の次段に緩衝増幅器を設ける方法がある。
- 3 発振周波数の変動の原因の一つとして、水晶発振器に用いている水晶発振子、トランジスタ、コイル及びコンデンサなどの回路素子の定数の周囲温度による変化がある。
- 4 周囲温度による発振周波数の変動を抑える方法の一つとして、水晶発振器を恒温槽に入れる方法がある。
- 5 周囲温度による発振周波数の変動を抑える方法の一つとして、温度係数が同一の回路素子を組み合わせて周波数の変動を打ち消す方法がある。

A - 6 図に示す直線検波回路に振幅変調波を入力したとき、検波出力にひずみが生じない無ひずみ最大変調度  $m_{\max}$  の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、ダイオード D の負荷となる抵抗及びコンデンサ C からなる並列回路の信号波に対するインピーダンスを  $\dot{Z}$  [ ] とするとき、 $m_{\max}$  は次式で表されるものとする。また、信号波の角周波数は、 $2 \times 10^3$  [rad/s] とし、R 及び C の値は、それぞれ  $5 \times 10^3$  [ ] 及び  $(0.1/ ) \times 10^{-6}$  [F] とする。



$$m_{\max} = \left| \frac{\dot{Z}}{R} \right| \times 100 [\%]$$

- 1 71 [%]      2 76 [%]      3 81 [%]      4 86 [%]      5 91 [%]

A - 7 FM (F3E) 受信機の入力換算雑音電圧の実効値が  $1$  [  $\mu\text{V}$  ] のとき、この受信機の限界受信レベル (スレッシュホールドレベル) として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、搬送波は正弦波とし、かつ、雑音は連続性熱雑音 (白色雑音) であり、直流分は含まないものとする。

- 1 0.7 [  $\mu\text{V}$  ]      2 1 [  $\mu\text{V}$  ]      3 1.4 [  $\mu\text{V}$  ]      4 2.8 [  $\mu\text{V}$  ]      5 4 [  $\mu\text{V}$  ]

A - 8 次の記述は、抵抗 R [ ] から取り出し得る熱雑音の最大電力 (有能雑音電力) 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。

(1) 任意の抵抗 R [ ] から発生する熱雑音電圧の実効値  $e$  は、次式で与えられる。ただし、 $k$  [J/K] はボルツマン定数、 $T$  [K] は周囲温度、 $B$  [Hz] は等価雑音帯域幅とする。

$$e = \sqrt{4kTBR} \text{ [V] -----}$$

(2) R 及び  $e$  は、図のような等価回路で表される電圧源とみなすことができ、この回路に負荷抵抗  $R_L$  [ ] を接続したときに  $R_L$  に供給される電力  $P$  は、次式で表される。

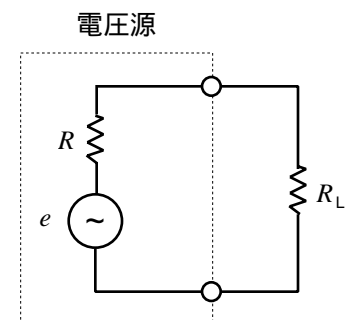
$$P = \text{ [ A ] [W] -----}$$

(3)  $P$  の大きさが最大になるのは、 $R = R_L$  すなわち整合状態のときであるから、このときの最大電力 (有能雑音電力)  $P_A$  は、次式で表される。

$$P_A = \text{ [ B ] [W] -----}$$

式に式を代入すると、 $P_A$  は、抵抗値に無関係な値 [ C ] [W] になる。

- |   | A                         | B            | C      |
|---|---------------------------|--------------|--------|
| 1 | $(\frac{e}{R R_L})^2 R$   | $e^2 / (4R)$ | $kTB$  |
| 2 | $(\frac{e}{R R_L})^2 R$   | $e^2 / (2R)$ | $2kTB$ |
| 3 | $(\frac{e}{R R_L})^2 R_L$ | $e^2 / (4R)$ | $2kTB$ |
| 4 | $(\frac{e}{R R_L})^2 R_L$ | $e^2 / (2R)$ | $kTB$  |
| 5 | $(\frac{e}{R R_L})^2 R_L$ | $e^2 / (4R)$ | $kTB$  |



A - 9 次の記述は、BPSK (2PSK) 波の検波方式として用いられる同期検波及び遅延検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。

- (1) 同期検波は、BPSK 波と、BPSK 波から再生した□を位相検波回路に入力して検波する方式である。
- (2) 遅延検波は、BPSK 波と、BPSK 波を□と同じ時間だけ遅延させたものを位相検波回路に入力して検波する方式である。
- (3) 二つの検波方式のうち□Cは、他方の検波方式に比べて回路が複雑になるが、復調出力に符号誤りが生じにくい。

A	B	C
1 搬送波	搬送波の1周期	遅延検波
2 搬送波	一つのデジタル信号(例えば、"0"又は"1")が占める時間幅	同期検波
3 搬送波	一つのデジタル信号(例えば、"0"又は"1")が占める時間幅	遅延検波
4 パイロット信号	一つのデジタル信号(例えば、"0"又は"1")が占める時間幅	遅延検波
5 パイロット信号	搬送波の1周期	同期検波

A - 10 図1に示す半波整流回路において、抵抗 $R_L$ に流れる負荷電流 $i_L$  [A]として図2に示す波形が得られた。この回路のリプル率を表す式及びリプル率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、 $i_L$ の直流成分 $I_{DC}$ 及び $i_L$ の実効値 $i_{rms}$ の大きさをそれぞれ $3/$  [A]及び1.5 [A]とし、変成器T及びダイオードDは理想的に動作するものとする。

リプル率を表す式	リプル率の値
1 $(i_{rms}/I_{DC}) \times 100$ [%]	121 [%]
2 $(i_{rms}/I_{DC}) \times 100$ [%]	157 [%]
3 $\frac{(i_{rms}/I_{DC})^2 - 1}{2} \times 100$ [%]	48 [%]
4 $\frac{(i_{rms}/I_{DC})^2 - 1}{2} \times 100$ [%]	121 [%]
5 $\frac{(i_{rms}/I_{DC})^2 - 1}{2} \times 100$ [%]	157 [%]

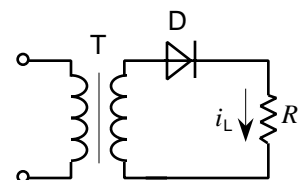


図1

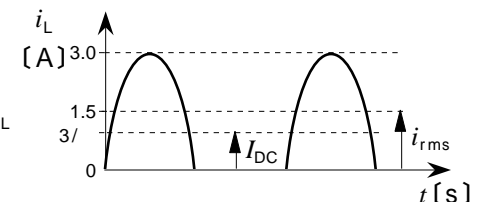


図2

A - 11 次の記述は、レーダー方程式のパラメータを変えたときの最大探知距離 $R$  [m]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、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。

- 1 送信電力を4倍にすると、 $R$ の値は約1.4倍になる。
- 2 最小受信電力が16倍の受信機を用いると、 $R$ の値は0.5倍になる。
- 3 送信電力を2倍にし、最小受信電力が2倍大きい受信機を用いると、 $R$ の値は変わらない。
- 4 物標の有効反射断面積を16倍にすると、 $R$ の値は4倍になる。
- 5 アンテナが送受共用で、送信利得と受信利得が同じとき、アンテナの利得を4倍にすると、 $R$ の値は2倍になる。

A - 12 次の記述は、狭帯域直接印刷電信(NBDP)の誤り訂正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 ARQ方式は、受信側で誤りを検出したとき、受信側が送信側に再送信を要求する。
- 2 ARQ方式は、送信側と受信側との同期が必要である。
- 3 ARQ方式は、複数の受信局に同時に送信するときに用いることができる。
- 4 FEC方式は、送信側では一つの文字を所定の時間間隔で2回ずつ送信し、受信側では2回送られた各文字ごとに誤り検出を行う。
- 5 FEC方式には、複数局に一斉に放送するCFECと、選択呼出し機能を用いて特定の複数局に対して同時に送信するSFECがある。

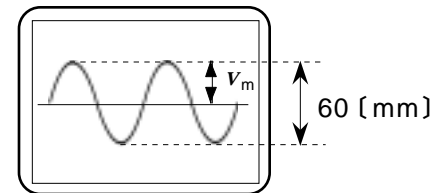
A - 13 次の記述は、高機能グループ呼出（EGC）システムについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 海岸地球局から船舶地球局に対して □ A □ を送信することができるシステムである。
- (2) EGC 受信機を搭載する船舶地球局に対して、全船舶地球局あて、特定のグループの船舶地球局あて及び特定の海域の船舶地球局あてに □ B □ を経由して □ A □ を送信する。
- (3) 送信される情報のフォーマットは、□ C □ と同じである。

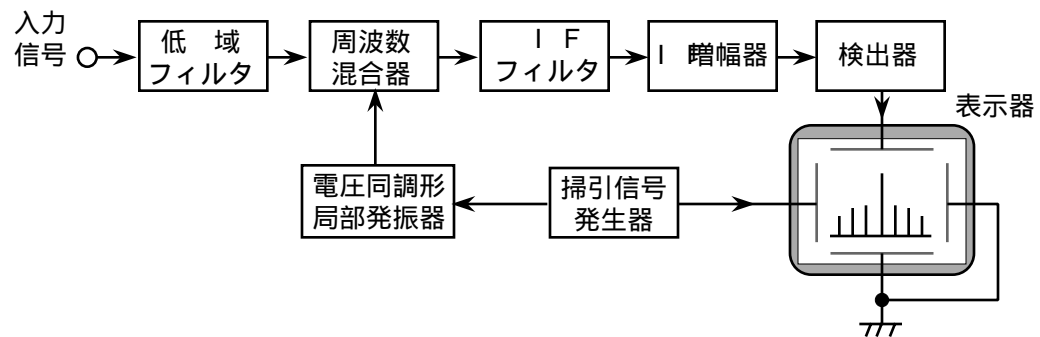
A	B	C
1 ファクシミリ	インマルサット衛星	デジタル選択呼出装置（DSC）
2 ファクシミリ	インテルサット衛星	国際ナブテックス（NAVTEX）システム
3 海上安全情報（MSI）	インマルサット衛星	国際ナブテックス（NAVTEX）システム
4 海上安全情報（MSI）	インテルサット衛星	デジタル選択呼出装置（DSC）
5 海上安全情報（MSI）	インマルサット衛星	デジタル選択呼出装置（DSC）

A - 14 オシロスコープの垂直入力端子に正弦波電圧を加えたとき、図に示す波形が表示された。このときの正弦波電圧の振幅  $v_m$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、オシロスコープの表示器の偏向感度（垂直軸）は  $0.4 \text{ [mm/V]}$  とし、垂直増幅器の増幅度は  $40 \text{ [dB]}$  で、その入出力特性は直線状とする。

- 1  $1.5 \text{ [V]}$
- 2  $0.75 \text{ [V]}$
- 3  $0.25 \text{ [V]}$
- 4  $15 \text{ [mV]}$
- 5  $7.5 \text{ [mV]}$



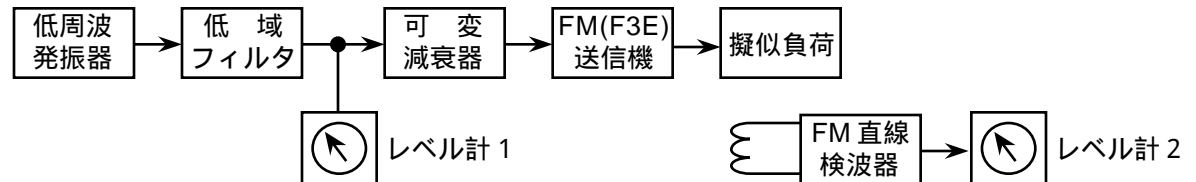
A - 15 次の記述は、図に示すスーパーヘテロダイン方式スペクトルアナライザについて述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。



- 1 表示器の垂直軸には入力信号の周波数が、また、水平軸には入力信号の振幅が表示され、入力信号のスペクトル分布が直視できる。
- 2 電圧同調形局部発振器は、掃引発振器で発生する信号によって周波数変調された信号を出力する。
- 3 掃引信号発生器は、正弦波信号を出力する。
- 4 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。
- 5 単一のパルス信号のスペクトル分布が観測できる。

A - 16 次の記述は、図に示す FM ( F3E ) 送信機のプレエンファシス特性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。

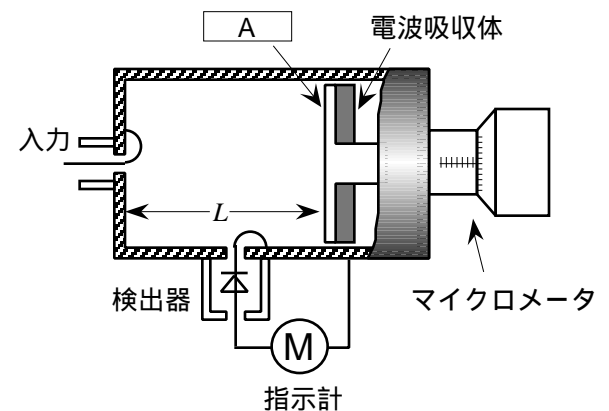
- (1) FM 送信機を正常な状態で動作させ、その送信電力の一部を FM 直線検波器により検波し、その出力電圧をレベル計 2 で測定すると、レベル計 2 は、周波数偏移到 □ A 値を指示する。
- (2) 低周波発振器の周波数を 1 [ kHz ] に選び、高調波を低域フィルタで除去し、□ B の指示値が一定値  $V_1$  [ V ] になるように低周波発振器の出力を調整する。次に、可変減衰器の減衰量を加減して送信機変調入力を調整し、レベル計 2 の指示値を適当な一定値  $V_2$  [ V ] に設定する。このときの可変減衰器の減衰量を  $D_1$  [ dB ] とする。
- (3) レベル計 1 の指示値を一定に保ちつつ、低周波発振器の周波数を測定範囲 ( 例えば 50 [ Hz ] から 15 [ kHz ] ) にわたって適当な周波数間隔で切り換え、そのつどレベル計 2 の指示値が (2) のときと同じ値  $V_2$  [ V ] となるように可変減衰器の減衰量を加減する。このときの可変減衰器の減衰量を  $D_n$  [ dB ] とする。□ C を横軸に、そのときの  $D_n - D_1$  [ dB ] の値を縦軸にとって測定結果を図示すると、プレエンファシス特性が得られる。



A	B	C
1 比例した	レベル計 1	変調レベル
2 比例した	レベル計 2	変調レベル
3 比例した	レベル計 1	変調周波数
4 よらず一定の	レベル計 2	変調周波数
5 よらず一定の	レベル計 1	変調レベル

A - 17 次の記述は、図に示すマイクロ波の周波数測定に用いる  $H_{011}$  (  $TE_{011}$  ) 形空洞周波数計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) 空洞の一端に設けた □ A をマイクロメータと連結した駆動機構によって駆動し、空洞の軸長  $L$  [ m ] を変えると、 $L$  及び空洞周波数計に入力した被測定信号の波長 [ m ] が特定の条件のとき共振し、指示計の指示値が □ B になる。したがって、 $L$  と共振周波数との関係をあらかじめ校正しておけば、共振時の  $L$  をマイクロメータで読み取ることにより周波数を測定することができる。
- (2) 測定精度を良くするには、負荷時の空洞の尖鋭度を □ C する必要があるため、空洞の内壁には銀メッキなどを施し、表皮効果による影響を防止する。



A	B	C
1 短絡板	最大	高く
2 短絡板	最小	低く
3 短絡板	最大	低く
4 抵抗体	最小	高く
5 抵抗体	最大	低く

A - 18 次の記述は、航空機の航行援助用距離測定装置 ( DME ) 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) トランスポンダ ( □ A DME ) は、インタロゲータ ( □ B DME ) 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、質問信号の送信から応答信号の受信までの時間を測定して、航空機と地上 DME との距離を求める。応答信号には、質問信号と □ C 周波数が用いられる。
- (2) 応答信号は、質問信号に同期して送信されるため、質問信号を □ D な発射間隔で送信すると、同期受信できるのは、質問したインタロゲータのみになり、複数の航空機へのサービスが可能になる。

A	B	C	D
1 地上	機上	異なる	不規則
2 地上	機上	同じ	規則的
3 地上	機上	異なる	規則的
4 機上	地上	同じ	不規則
5 機上	地上	異なる	規則的

A - 19 次の記述は、衛星通信に用いられる周波数分割多元接続 (FDMA) 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。

	A	B	C
(1) FDMA 方式は、複数の搬送波をその周波数帯域が互いに重ならないように □ A □ 軸上に配置する方式であり、一つの搬送波によって伝送される信号が 1 チャンネルの場合及び複数チャンネルの場合を、それぞれ □ B □ という。	1 周波数	SCA 及び MCA	変わらない
	2 周波数	SCPC 及び MCE	変わらない
	3 周波数	SCPC 及び MCE	低下する
	4 時間	SCPC 及び MCE	変わらない
(2) 中継器の電力効率は、一般に、利用する地球局の数の増加によって □ C □ 。	5 時間	SCA 及び MCA	低下する

A - 20 次の記述は、衛星通信における地球局の送信装置の大電力増幅器 (HPA) などに用いられるクライストロン及び進行波管 (TWT) 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) クライストロンは、通常、複数の空洞を持つ □ A □ クライストロンが増幅に用いられる。空洞を電子流 (ビーム) が通過するとき、入力された電磁波によって速度が変化し、次の空洞までの空間を進む間に電子流の □ B □ が変調されるのを利用して増幅する。	1 反射形	電子密度	整合回路
	2 反射形	振幅	遅波回路
	3 反射形	電子密度	遅波回路
(2) TWT は、入力された電磁波をらせんなどの構造を持つ □ C □ に沿って進行させ、これとほぼ同じ速度でらせんの中心を通る電子流の電子密度が相互作用によって変調されるのを利用して電磁波を増幅する。	4 直進形	振幅	整合回路
	5 直進形	電子密度	遅波回路

B - 1 次の記述は、一般的なスーパーヘテロダイン受信機の感度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) 雑音制限感度は、規定の出力で規定の □ ア □ を得るために必要な最小の受信機入力電圧をいう。
- (2) 雑音制限感度は、総合利得及び初段 (高周波増幅器) の利得が十分に □ イ □ とき、初段の雑音指数でほぼ決まる。
- (3) 雑音制限感度は、受信機の周波数帯域幅を広げると □ ウ □ なる。
- (4) 利得制限感度は、受信機の利得を □ エ □ にして規定の出力を得るために必要な最小の受信機入力電圧をいう。
- (5) 雑音抑圧感度は、□ オ □ 受信機において、入力のないときの雑音出力を所定のレベルだけ抑圧するのに必要な受信機入力電圧をいう。

- |       |            |      |            |                |
|-------|------------|------|------------|----------------|
| 1 大きい | 2 FM (F3E) | 3 最大 | 4 最小       | 5 信号対雑音比 (S/N) |
| 6 小さい | 7 良く       | 8 悪く | 9 AM (A3E) | 10 周波数特性       |

B - 2 次の記述は、無停電電源システムなどに用いる鉛蓄電池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  $t$  時間放電率は、十分充電した状態から、一定電圧で  $t$  時間だけ放電を続け得るときの放電率をいう。
- イ 充電するときは、適切な時間率で充電し、むやみに急速充電を行わない。
- ウ 充電中は水素ガスを発生するため、火気を避ける。
- エ 鉛蓄電池を収納する室内は、密閉状態にしておく。
- オ 放電終止電圧までの放電の繰り返しは、極板の湾曲や鉛及び二酸化鉛などの活物質の脱落の一因になる。

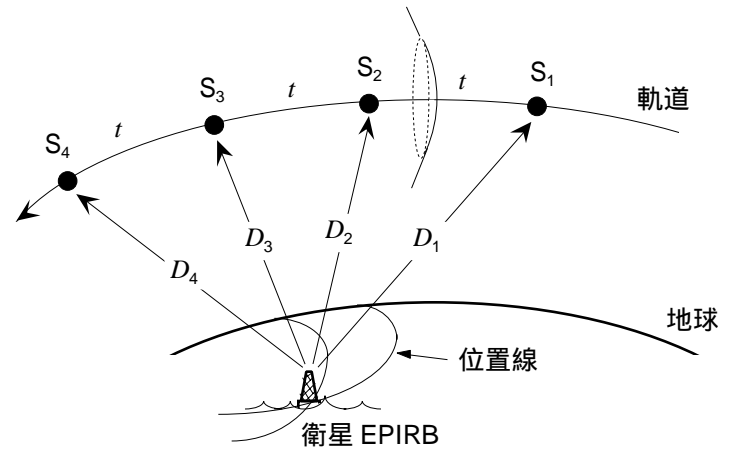
B - 3 次の記述は、パルス符号変調 (PCM) を用いた多重通信方式について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 時分割多重方式は、複数の PCM 信号を一定の時間間隔で配列し、通常、□アの伝送路で伝送する。伝送する信号及びチャンネル数が同じとき、周波数分割多重 (FDM) 方式に比べて一般に占有周波数帯幅が □イ。
- (2) 漏話及び雑音などでパルスの波形がひずんでも、□ウの有無が検出できれば元のパルスの波形を再生できるので、中継を繰り返したとき、各中継器での熱雑音などの累積が □エ。
- (3) 量子化雑音は、アナログ信号の □オにより得られたパルス信号を量子化する過程で生ずる。

- |       |       |          |      |       |
|-------|-------|----------|------|-------|
| 1 標本化 | 2 多い  | 3 パルス    | 4 狭い | 5 同一  |
| 6 復号化 | 7 少ない | 8 漏話及び雑音 | 9 複数 | 10 広い |

B - 4 次の記述は、図に示す衛星非常用位置指示無線標識 (衛星 EPIRB) の位置測定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。ただし、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) コスパス・サーサット衛星は、□ア上を周回し、衛星 EPIRB との相対速度が時間とともに変化する。このため、衛星 EPIRB から送信される電波をコスパス・サーサット衛星で受信すると、□イによって受信信号の周波数が変化する。
- (2) □イは、受信電波の単位時間当たりの □ウが相対速度の大きさに応じて増減する現象である。
- (3) コスパス・サーサット衛星が軌道上の既知の位置  $S_1$  から  $S_2$  に移動する時間  $t$  [s] の間の □ウを計測して、 $S_1$  及び  $S_2$  から衛星 EPIRB までの距離  $D_1$  [m] 及び  $D_2$  [m] の □エ [m] を求める。
- (4)  $S_1$  及び  $S_2$  から衛星 EPIRB までの距離の □エ [m] が一定な点の集合は、 $S_1$  及び  $S_2$  を焦点とする □オになり、これと地球表面とが交わる線 (位置線) が得られる。同様な計測と解析を  $S_2$  及び  $S_3$ 、 $S_3$  及び  $S_4$ 、... についても行い、得られた複数の位置線の交点から衛星 EPIRB の位置が求められる。



- |       |          |       |                 |        |
|-------|----------|-------|-----------------|--------|
| 1 双曲面 | 2 トムソン効果 | 3 波の数 | 4 和 $D_1 + D_2$ | 5 静止軌道 |
| 6 放物面 | 7 ドブラ効果  | 8 振幅  | 9 差 $D_1 - D_2$ | 10 極軌道 |

B - 5 次の記述は、図に示す構成例を用いた AM (A3E) スーパーヘテロダイン受信機の間周波増幅器の利得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。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、 $1 [\mu V]$  を  $0 [dB \mu]$  とする。

- (1) スイッチ (SW) を □ア側に接続し、標準信号発生器 (SG) の周波数を中間周波数に正しく合わせ、所定の変調 (例えば変調信号周波数 1,000 [Hz]、変調度 30 [%]) をかけた振幅変調波を中間周波増幅器に加える。このとき受信機の高周波増幅器は無入力とし、自動利得調整 (AGC) 回路を □イにしておく。
- (2) 低周波増幅器の出力電圧を出力計で測定し、所定の値 (例えば規定出力) になるよう低周波増幅器の音量調節器を調整する。このときの □イの出力電圧を  $E_1 [dB \mu]$  とする。
- (3) 次に、SW を □エ側に切り替え、SG の出力を検波器に加えると、低周波増幅器の出力電圧は □ウするので、□イの出力電圧を調整して低周波増幅器の出力電圧が (2) と □エ値になるようにする。このときの □イの出力電圧を  $E_2 [dB \mu]$  とすれば、中間周波増幅器の利得  $G$  は、次式で表される。

$$G = \text{□オ} [dB]$$

- |               |               |
|---------------|---------------|
| 1 同じ          | 2 増加          |
| 3 $E_2 - E_1$ | 4 $E_1 + E_2$ |
| 5 局部発振器       | 6 接 (ON)      |
| 7 断 (OFF)     | 8 減少          |
| 9 SG          | 10 異なる        |

