

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。

A - 1 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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- | | | | |
|---|-------|----------|-----|
| (1) 変調信号が同じとき、占有周波数帯幅は、AM(A3E)波のほぼ □ A □ である。 | A | B | C |
| (2) 電波は、変調信号の □ B □ 放射される。 | 1 1/4 | 有るときだけ | にくい |
| (3) AM(A3E)波に比べ、選択性フェージングの影響を受け □ C □ 。 | 2 1/4 | 有るときだけ | やすい |
| | 3 1/4 | 有無にかかわらず | にくい |
| | 4 1/2 | 有無にかかわらず | やすい |
| | 5 1/2 | 有るときだけ | にくい |

A - 2 次の記述は、送信機において発生することがある高調波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) 送信機の各段の入力側と出力側の静電結合や電磁結合を □ A □ する。 | A | B | C |
| (2) 送信機の出力同調回路の尖鋭度 Q を □ B □ する。 | 1 多く | 高く | 奇数次 |
| (3) 終段の電力増幅器をプッシュプル増幅器にし、□ C □ の高調波を抑制する。 | 2 多く | 低く | 偶数次 |
| | 3 少なく | 低く | 奇数次 |
| | 4 少なく | 高く | 偶数次 |
| | 5 少なく | 高く | 奇数次 |

A - 3 次の記述は、デジタル通信に用いられる多相位相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) QPSK(4PSK)を BPSK(2PSK)と比較すると、同じ周波数帯域幅における理論的なデータの伝送速度の上限は、□ A □ 倍である。 | A | B | C |
| (2) QPSK 信号は、二つの直交する BPSK 信号を □ B □ することによって得られる。 | 1 2 | 加算 | 3 |
| (3) 8PSK 信号の各位相は、□ C □ ビットのデジタルデータに対応している。 | 2 2 | 加算 | 4 |
| | 3 2 | 掛け算 | 4 |
| | 4 4 | 掛け算 | 3 |
| | 5 4 | 加算 | 4 |

A - 4 次の記述は、図に示す直線検波器に振幅変調波 $e = E(1+m \cos pt) \cos \omega t$ [V] を加えたときの検波効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、搬送波の振幅を E [V]、変調度を $m \times 100$ [%]、搬送波及び信号(変調信号)波の角周波数をそれぞれ ω [rad/s] 及び p [rad/s]、抵抗を R [Ω]、コンデンサの静電容量を C [F]、 $\omega \gg (1/CR) \gg p$ とする。

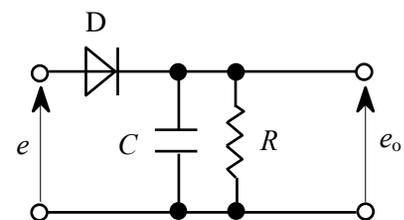
- (1) 直線検波器の出力 e_o は次式で表される。ただし、 E_d [V] は直流電圧で、 e_o の平均電圧に等しい。

$$e_o = \square A \square \text{ [V] } \dots\dots$$

- (2) 検波効率 η は、□ B □ を E と m との積 mE で割った値であるから、次式で表される。

$$\eta = \square C \square \dots\dots$$

- | | | |
|----------------------|--------------|------------|
| A | B | C |
| 1 $m E_d \cos pt$ | 復調した信号波電圧の振幅 | E/E_d |
| 2 $m E_d \cos pt$ | e_o の平均電圧 | $E_d/(mE)$ |
| 3 $E_d(1+m \cos pt)$ | e_o の平均電圧 | $(mE)/E_d$ |
| 4 $E_d(1+m \cos pt)$ | e_o の平均電圧 | E_d/E |
| 5 $E_d(1+m \cos pt)$ | 復調した信号波電圧の振幅 | E_d/E |



D: ダイオード

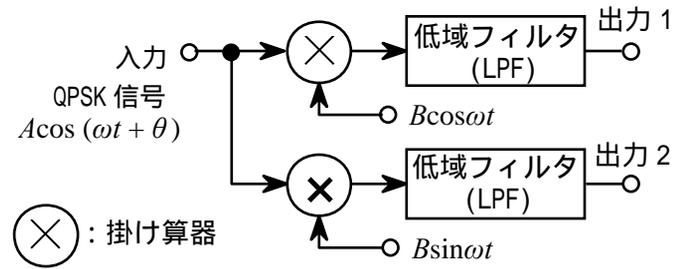
A - 5 FM(F3E)送信機において、変調信号の周波数が 3 [kHz]、最大周波数偏移が 6 [kHz] のときの占有周波数帯幅の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 6 [kHz] 2 9 [kHz] 3 15 [kHz] 4 18 [kHz] 5 21 [kHz]

A - 6 次の記述は、図に示す同期検波を用いた QPSK(4PSK)復調器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。ただし、入力の QPSK 信号を $A\cos(\omega t + \theta)$ [V]、復調用搬送波を $B\cos\omega t$ [V] 及び $B\sin\omega t$ [V] とし、QPSK 信号の位相 θ は、 $\pi/4$ 、 $3\pi/4$ 、 $5\pi/4$ 又は $7\pi/4$ [rad] のいずれかの値をとるものとする。

- (1) 出力 1 が正の値をとるのは、QPSK 信号の位相 θ が $\pi/4$ 又は □ A □ [rad] のときである。
 (2) 出力 2 が正の値をとるのは、QPSK 信号の位相 θ が $5\pi/4$ 又は □ B □ [rad] のときである。

- | | |
|------------|----------|
| A | B |
| 1 $5\pi/4$ | $\pi/4$ |
| 2 $7\pi/4$ | $3\pi/4$ |
| 3 $7\pi/4$ | $7\pi/4$ |
| 4 $3\pi/4$ | $3\pi/4$ |
| 5 $3\pi/4$ | $5\pi/4$ |



A - 7 スーパーヘテロダイン受信機の初段に高周波増幅器を設ける目的に関する次の記述のうち、適切でないものを下の番号から選べ。

- 1 雑音制限感度を改善する。
- 2 映像周波数による妨害を低減する。
- 3 2 信号 (実効) 選択度を改善する。
- 4 局部発振器の出力の一部が受信アンテナから輻射されるのを防止する。
- 5 局部発振器の出力の発振周波数を安定化する。

A - 8 FM(F3E)受信機において、受信波の変調信号の周波数が 3 [kHz]、変調指数が 1 のとき、2 [W] の出力電力が得られた。同じ受信機において、変調信号の周波数が同じで変調指数が 2 のときの出力電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 6 [W] 2 7 [W] 3 8 [W] 4 9 [W] 5 10 [W]

A - 9 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) が P_A [W] のとき、同じ温度の抵抗 $2R$ [] から取り出し得る有能雑音電力の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $2P_A$ [W] 2 P_A [W] 3 $P_A/2$ [W] 4 $P_A/3$ [W] 5 $P_A/4$ [W]

A - 10 図 1 に示す半波整流回路において、抵抗 R_L [] に流れる負荷電流を i_L [A] とし、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、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 i_L の中に含まれる直流電流成分 I_{DC} を $3\sqrt{3}/4$ [A]、 i_L の実効値 i_{rms} の大きさを 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 $\sqrt{(i_{rms}/I_{DC})^2 - 1} \times 100$ [%] | 121 [%] |
| 2 $\sqrt{(i_{rms}/I_{DC})^2 - 1} \times 100$ [%] | 148 [%] |
| 3 $\sqrt{(i_{rms}/I_{DC})^2 - 1} \times 100$ [%] | 157 [%] |
| 4 $(i_{rms}/I_{DC}) \times 100$ [%] | 121 [%] |
| 5 $(i_{rms}/I_{DC}) \times 100$ [%] | 157 [%] |

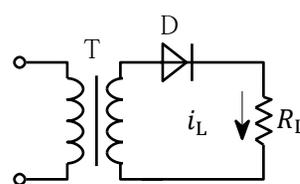


図 1

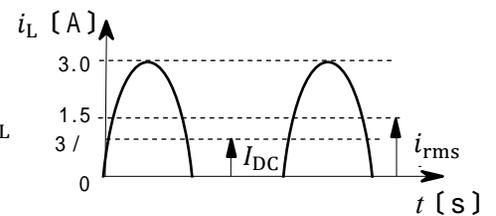


図 2

A - 11 パルスレーダーから $(15/) \times 10^3$ [m] の距離にある二つの点物標を分離して探知することができる物標間の水平距離の最小値が 100 [m] のとき、このパルスレーダーの方位分解能の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 0.6度 2 1.2度 3 2.4度 4 3.6度 5 4.8度

A - 12 インマルサットシステムに関する次の記述のうち、誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 海岸地球局は、静止軌道上の衛星に対し、6 [GHz] 帯の電波を送信し、衛星から 4 [GHz] 帯の電波を受信する。
- 2 船舶地球局は、衛星に対し、1.6 [GHz] 帯の電波を送信し、衛星から 1.5 [GHz] 帯の電波を受信する。
- 3 インマルサット C 型無線設備は、デジタル通信方式を用いており、電話、ファクシミリ及びテレックスの送受信を行うことができる。
- 4 インマルサット B 型無線設備は、デジタル通信方式を用いており、電話、ファクシミリ及びテレックスの送受信のほか、船舶地球局の個別呼出し又はグループ呼出しを行うことができる。
- 5 船舶地球局から衛星を経由して海岸地球局に電話などにより送信される遭難、緊急及び安全呼出しは、救助調整本部(RCC)のオペレータに接続される。

A - 13 次の記述は、図に示す受信機の 2 信号選択度特性の測定に用いられる整合回路の整合条件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、標準信号発生器 1 及び標準信号発生器 2 の内部抵抗はいずれも R_s []、供試受信機の入力インピーダンスは R_{in} [] とする。

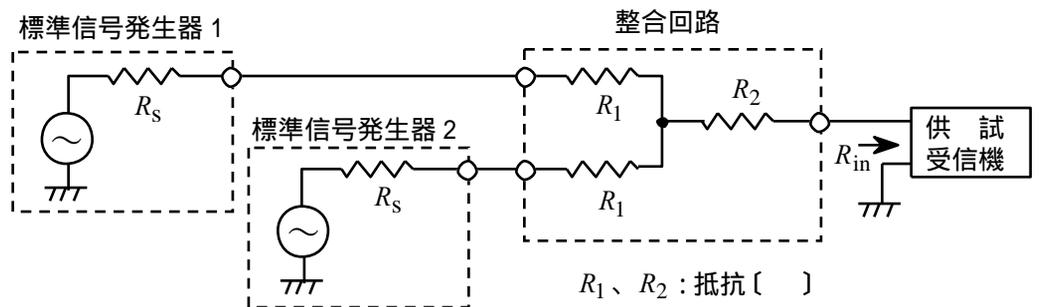
整合したとき、標準信号発生器 1 及び標準信号発生器 2 から整合回路側を見たインピーダンスは、それぞれの内部抵抗 R_s [] に等しく、また、供試受信機から整合回路側を見たインピーダンスは、 R_{in} [] に等しいので、次式が成り立つ。

$$R_s = \boxed{A} + \frac{(R_1 + R_s)(R_2 + R_{in})}{R_1 + R_2 + R_s + R_{in}} \quad \text{-----} \quad R_{in} = R_2 + (R_1 + R_s) / 2 \quad \text{-----}$$

式 及び を解くことにより、 R_1 及び R_2 の値を求めることができる。

R_s 、 R_{in} がそれぞれ 50 []、75 [] のとき、 R_1 の値は 10 []、 R_2 の値は、 \boxed{B} [] である。

- | A | B |
|---------|----|
| 1 R_2 | 35 |
| 2 R_2 | 45 |
| 3 R_1 | 35 |
| 4 R_1 | 25 |
| 5 R_1 | 45 |



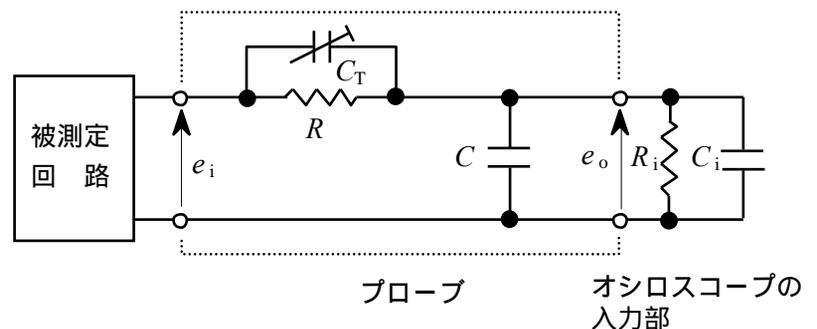
A - 14 次の記述は、図に示すオシロスコープの入力部と被測定回路を接続するプローブについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、オシロスコープの入力部は抵抗 R_i [] 及びコンデンサ C_i [F] で構成され、プローブは、抵抗 R []、可変容量 C_T [F] 及び線路の静電容量 C [F] で構成されるものとする。

なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) オシロスコープの入力部と被測定回路とを同軸線路などで接続するとき、周波数特性が平坦でないと \boxed{A} が生ずるので、これを防ぐためプローブを用いる。
- (2) プローブの入力信号 e_i [V] の角周波数が ω [rad/s] のとき、プローブの出力信号 e_o [V] と e_i との比 e_o/e_i は、次式で表される。 \boxed{A} が生じないためには、 e_o/e_i の値が ω と無関係になればよいので、 \boxed{B} になるように C_T を調整する。

$$\frac{e_o}{e_i} = \frac{R_i}{R \frac{1+j\omega(C+C_i)R_i}{1+j\omega C_T R} + R_i}$$

- | A | B |
|----------|-----------------------------|
| 1 ショット雑音 | $(C + C_i) R_i = C_T R$ |
| 2 ショット雑音 | $(C + C_i) R_i \quad C_T R$ |
| 3 波形ひずみ | $(C + C_i) R_i \quad C_T R$ |
| 4 波形ひずみ | $(C + C_i) R_i = C_T R$ |
| 5 フリッカ雑音 | $(C + C_i) R_i = C_T R$ |



A - 15 次の記述は、低軌道衛星を利用したフロート・フリー型の衛星非常用位置指示無線標識(衛星 EPIRB)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) 船舶に搭載の衛星 EPIRB は、船舶が沈没したときに □ A □ の働きによって自動的に離脱浮上し、遭難を知らせる信号を発射する。 | A | B | C |
| (2) いったん動作を開始した衛星 EPIRB は、手動により動作を停止することが □ B □ 。 | 1 水圧センサ | できる | 50 秒 |
| (3) 406 [MHz] 帯を使用する衛星 EPIRB の信号は、約 □ C □ ごとに約 0.5 秒間の情報を繰り返し伝送する。 | 2 水圧センサ | できない | 100 秒 |
| | 3 水圧センサ | できる | 100 秒 |
| | 4 温度センサ | できない | 50 秒 |
| | 5 温度センサ | できる | 100 秒 |

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。ただし、各機器間の整合はとれているものとする。

- 変調度計の □ A □ を断(OFF)、□ B □ の遮断周波数を 15 [kHz] 程度に設定する。
- 送信機は、指定のチャンネルに設定して送信する。変調は、□ C □ の 1,000 [Hz] で周波数偏移許容値の 70 [%] に設定する。
- (2)の変調状態での復調出力レベルを測定し、そのときの低周波発振器の出力レベルを記録する。
- 低周波発振器の周波数を 300 [Hz] とし、(3)のときと同じ復調出力レベルが得られるように低周波発振器の出力レベルを変化させその値を記録する。
- 低周波発振器の周波数を 500 [Hz]、2,000 [Hz] 及び 3,000 [Hz] と順次変えて(4)と同様な測定を行い低周波発振器の出力レベルの値を記録する。
- (3)の □ D □ の出力レベルを基準として、(4)及び(5)における出力レベルとの比を基にプレエンファシス特性を求め、その特性が許容値範囲内であることを確認する。
- 低周波発振器の出力レベルを一定として、復調出力レベルを測定する方法も可能である。その場合、1,000 [Hz] を基準として測定するが、3,000 [Hz] で飽和しないように注意する。



- | A | B | C | D |
|----------------|--------------|-----|--------|
| 1 高域フィルタ (HPF) | 低域フィルタ (LPF) | 矩形波 | 変調度計 |
| 2 高域フィルタ (HPF) | 低域フィルタ (LPF) | 正弦波 | 低周波発振器 |
| 3 低域フィルタ (LPF) | 高域フィルタ (HPF) | 矩形波 | 低周波発振器 |
| 4 低域フィルタ (LPF) | 高域フィルタ (HPF) | 矩形波 | 変調度計 |
| 5 低域フィルタ (LPF) | 高域フィルタ (HPF) | 正弦波 | 低周波発振器 |

A - 17 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関する次の記述のうち、誤っているものを下の番号から選べ。

- 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逡倍器、励振増幅器及び終段電力増幅器などの負荷変動がある。
- 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。
- 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ることで周波数の変動を打ち消す方法がある。
- 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。
- 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。

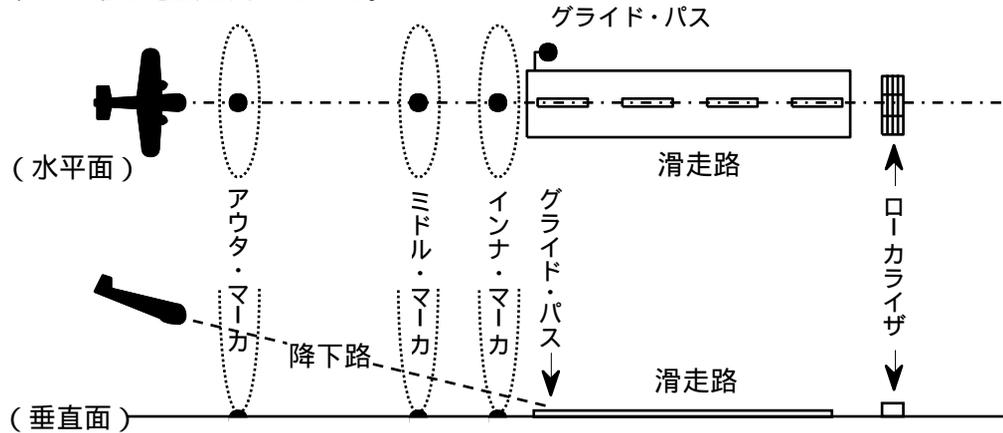
A - 18 衛星通信回線における総合の搬送波電力対雑音電力比(C/N)の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、雑音は、アップリンク熱雑音電力、ダウンリンク熱雑音電力、システム間干渉雑音電力及びシステム内干渉雑音電力の 4 種類とし、搬送波電力対雑音電力比は、いずれも 20 [dB] とする。また、 $\log_{10} 2.5 = 0.4$ とする。

- 1 14.0 [dB] 2 15.4 [dB] 3 16.0 [dB] 4 17.4 [dB] 5 18.0 [dB]

A - 19 次の記述は、図に示す ILS(計器着陸装置)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。

- ローカライザは、滑走路末端から所定の位置に設置され、航空機に対して、滑走路の中心線の延長上からの □ A □ 方向のずれの情報を与えるためのものであり、VHF 帯の電波を用いている。
- グライド・パスは、滑走路の側方の所定の位置に設置され、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、□ B □ 帯の電波を用いている。
- マーカ・ビーコンは、滑走路進入端から所定の位置に設置され、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 □ C □ の情報を与えるためのものであり、VHF 帯の電波を用いている。

	A	B	C
1	前後	VHF	距離
2	前後	UHF	高度
3	水平	VHF	距離
4	水平	UHF	距離
5	水平	VHF	高度



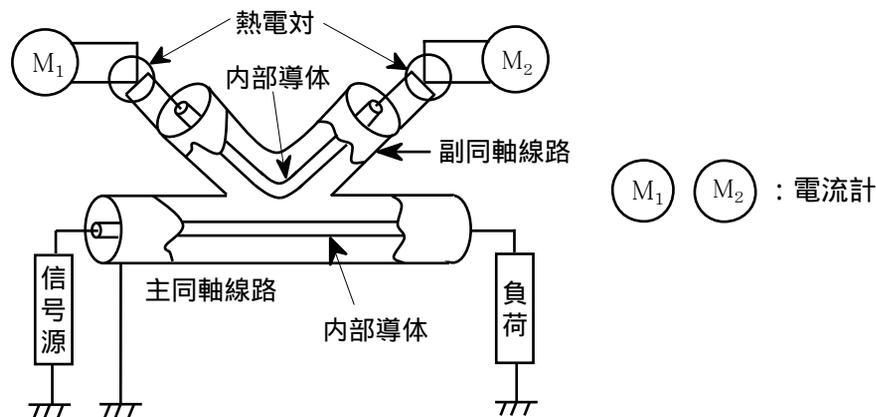
A - 20 次の記述は、地球局等の送信装置の大電力増幅器(HPA)などに用いられる進行波管(TWT)及びクライストロンについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- TWT は、入力された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らせんの中心を通る電子流の電子密度が、□ A □ によって発生した高周波電界と電子との強い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。
- クライストロンは、通常、複数の空洞を持つ □ B □ クライストロンが増幅に用いられる。空洞を電子流が通過するとき、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に □ C □ が生ずることを利用して増幅する。

	A	B	C
1	遅延回路	反射形	密度差
2	遅延回路	直進形	密度差
3	遅延回路	直進形	振幅差
4	整合回路	直進形	振幅差
5	整合回路	反射形	密度差

B - 1 次の記述は、図に示す CM 形電力計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。

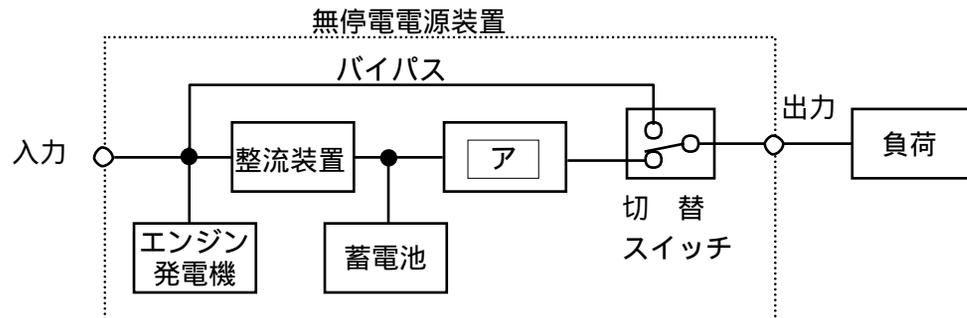
- CM 形電力計は、□ ア □ 高周波電力計の一種であり、主同軸線路の内部導体の近くに副同軸線路の内部導体を配置し、副同軸線路の両端に熱電対及び電流計を接続したものである。
- 副同軸線路には、その内部導体と主同軸線路の内部導体との間の □ イ □ によって主同軸線路の電圧に比例する電流が流れ、また、副同軸線路の内部導体と主同軸線路の内部導体との間の □ ウ □ によって主同軸線路に流れる電流に □ エ □ する電流が流れる。
- CM 形電力計を構成する素子などが電氣的に一定の条件を満足するようにしてあれば、熱電対に接続された電流計の指示は、副同軸線路に流れる電流の □ オ □ に比例するので、その指示値から入射波電力及び反射波電力の測定ができる。



1	通過形	2 相互インダクタンス	3 負性抵抗	4 比例	5 反比例
6	終端形	7 静電容量	8 表皮効果	9 平均値	10 二乗

B - 2 次の記述は、図に示す構成例の無停電電源装置(CVCF 又は UPS)の動作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) 整流装置又は □ ア □ が故障したとき、切替スイッチをバイパスに切り替え、負荷に連続して □ イ □ を供給する。
- (2) 入力 that 短時間停電したとき、□ ウ □ から □ ア □ に直流電力を供給し、負荷に連続して □ イ □ を供給する。
- (3) 入力 that 長時間停電したとき、□ エ □ から整流装置に交流電力を供給し、負荷に連続して □ イ □ を供給する。
- (4) CVCF の出力を安定化する方法には、□ ア □ で出力電圧を制御する方法及び □ ア □ から出力した後で定電圧化する方法などがあり、大電力の CVCF には □ オ □ が適している。



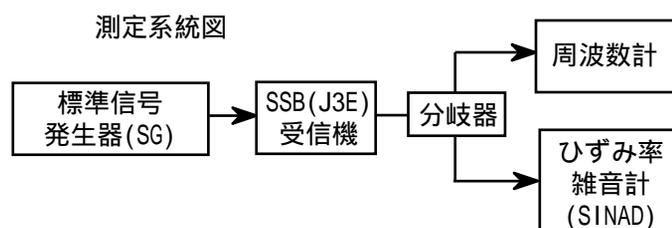
- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|-----------------------|
| 1 後者 | 2 直流電力 | 3 蓄電池 | 4 乾電池 | 5 エンジン発電機 |
| 6 交流電力 | 7 前者 | 8 平滑回路 | 9 太陽電池 | 10 インバータ(DC-AC コンバータ) |

B - 3 次の記述は、図に示す測定系統図を用いた SINAD 法による SSB(J3E)受信機の感度の測定手順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、受信機感度の条件として、1,000 [Hz] の変調周波数において、受信機の定格出力の 1/2 の出力とその中に含まれる不要成分との比を 20 [dB] とするために必要な受信機入力電圧を 3 [μV] 以下とする。また、受信機がクラリファイヤを持つ場合には、その調整器を中央に設定して測定を行うものとし、各機器間の整合はとれているものとする。

- (1) 標準信号発生器(SG)の周波数を受信機の復調出力周波数が □ ア □ [Hz] となるように設定する。
- (2) SG を無変調状態とし、その出力を受信機入力電圧が □ イ □ [μV] となるよう設定する。
- (3) (2)の状態を受信機の各段の調整器を取扱説明書に記載された方法により調整し、(記載のない場合は、低周波段利得調整器を最大とし、高周波段利得調整器により調整する。) 受信機の復調出力が規定の出力(定格出力の 1/2)となるように設定する。
- (4) (3)の状態を受信機の復調信号の SINAD 即ち $10 \log_{10}$ □ ウ □ が □ エ □ [dB] となる SG の出力レベルから受信機入力電圧を求める。ここで、 S は信号、 N は雑音、 D は □ オ □ とする。
- (5) (4)で求めた受信機入力電圧の値が、受信機感度の条件である 3 [μV] 以下に適合しているか否かを確認する。

- | | |
|------|-----------------------|
| 1 3 | 6 1,000 |
| 2 6 | 7 $\{(S+N+D)/(N+D)\}$ |
| 3 20 | 8 $\{(S+N+D)/(S+N)\}$ |
| 4 10 | 9 低調波成分 |
| 5 0 | 10 ひずみ成分 |



B - 4 次の記述は、パルス振幅変調(PAM)及びパルス幅変調(PWM)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、変調信号は、アナログ信号とする。

- (1) PAM は、変調信号の振幅に応じてパルスの □ア□ が変化する。
- (2) PAM 信号は、□イ□ を用いて復調することができる。
- (3) PWM は、変調信号の振幅に応じてパルスの □ウ□ が変化する。
- (4) PWM 信号は、低域フィルタ(LPF)を用いて復調することが □エ□ 。
- (5) PAM 信号又は PWM 信号を、振幅の直線性が悪い増幅器で増幅したとき、復調した信号にひずみを生じやすいのは、□オ□ 信号である。

- | | | | | |
|--------|-------|---------------|-------|------|
| 1 できる | 2 振幅 | 3 低域フィルタ(LPF) | 4 PWM | 5 周期 |
| 6 できない | 7 周波数 | 8 高域フィルタ(HPF) | 9 PAM | 10 幅 |

B - 5 高機能グループ呼出(EGC)システムに関する次の記述のうち、正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

- ア EGC 受信機を搭載する船舶に対して、全船舶あて、特定のグループの船舶あて及び特定の海域の船舶あてに放送することができる。
- イ 海岸地球局から EGC 受信機に対して放送衛星(BS)を経由して放送する。
- ウ 海岸地球局から EGC 受信機に対してファクシミリを送信するシステムである。
- エ 海岸地球局からの遭難警報を EGC 受信機で受信したとき、自動的に音響警報を鳴らすことができる。
- オ 放送される情報のフォーマットは、国際ナブテックス(NAVTEX)システムと同じである。