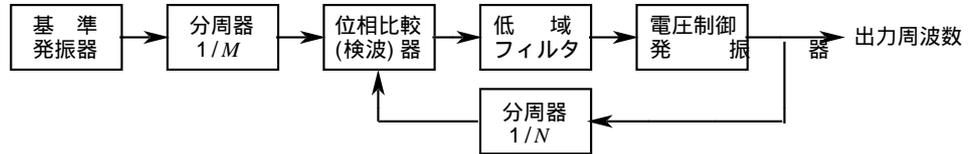


第三級総合無線通信士「無線工学」試験問題

25問 2時間30分

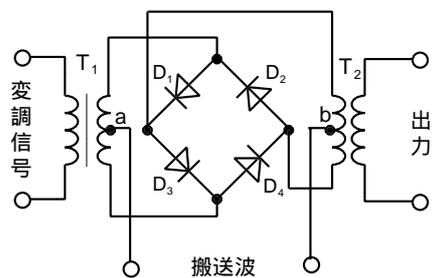
A - 1 図に示す周波数シンセサイザの出力周波数の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、基準発振器の発振周波数を1〔MHz〕、分周比1/M及び1/Nを、それぞれ1/10及び1/20とする。

- 1 1〔MHz〕
- 2 2〔MHz〕
- 3 4〔MHz〕
- 4 8〔MHz〕



A - 2 次の記述は、図に示すリング変調器の特徴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、端子 a、b は、コイルの中心に接続されているものとする。

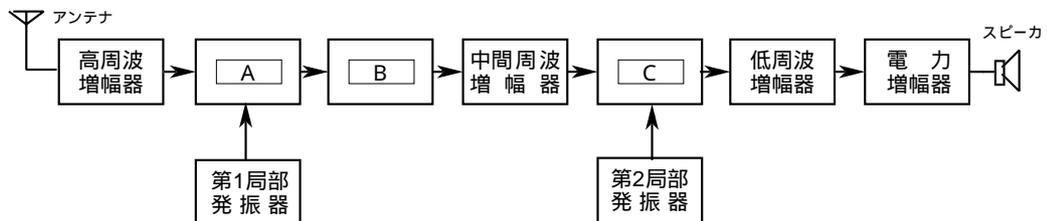
- (1) 出力は □A□ が除去されているので、SSB (J3E) 通信方式で用いられている。
- (2) 回路素子は全て受動素子のため可逆的であり、□B□ として用いることができる。
- (3) 増幅作用がないので出力が小さいが、電源が □C□ であり、変調電力が少なく済む。



D₁、D₂、D₃、D₄: 同じ特性のダイオード
T₁、T₂: 変成器

- | A | B | C |
|--------|-----|----|
| 1 変調信号 | 発振器 | 不要 |
| 2 変調信号 | 復調器 | 必要 |
| 3 搬送波 | 発振器 | 必要 |
| 4 搬送波 | 復調器 | 不要 |

A - 3 図は、SSB (J3E) 受信機の構成例を示したものである。□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 周波数混合器 | 帯域フィルタ | 検波器 |
| 2 周波数混合器 | トーン発振器 | 帯域フィルタ |
| 3 検波器 | 帯域フィルタ | 周波数混合器 |
| 4 検波器 | 周波数混合器 | トーン発振器 |

A - 4 次の記述は、受信機のヘテロダイン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。

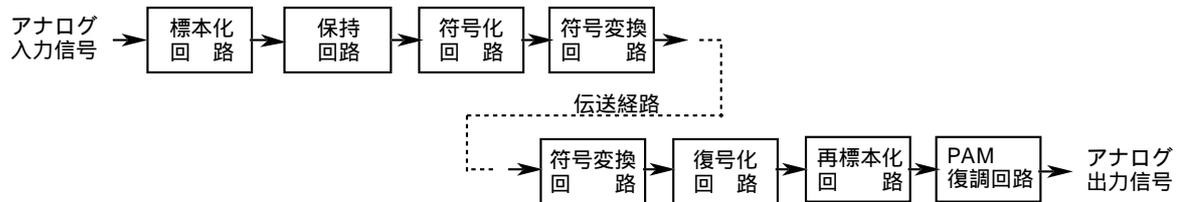
ヘテロダイン検波は、例えば2乗特性を持つ検波器に入力として周波数が f_1 及び f_2 の二つの電圧を加えると、その出力に二つの周波数の □A□ の成分である □B□ 周波数が生ずることを利用して変調信号成分を取り出す。

- | A | B |
|-----|----------|
| 1 差 | 影像 |
| 2 差 | うなり(ビート) |
| 3 積 | うなり(ビート) |
| 4 積 | 影像 |

A - 5 次の記述は、単一正弦波の搬送波をデジタル信号で変調する基本的な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。ただし、デジタル信号は "1" 又は "0" の 2 値で表されるものとする。

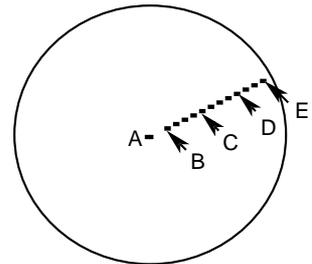
- 1 ASK は、搬送波の振幅を変調する方式である。
- 2 FSK は、搬送波の位相を変調する方式である。
- 3 2 PSK (BPSK) は、搬送波の振幅が一定で、その位相がデジタル信号に対応した 2 値、例えば、"0" が 0 [rad]、"1" が π [rad] をとる方式である。
- 4 4 PSK (QPSK) は、搬送波の振幅が一定で、その位相がデジタル信号に対応した 4 値、例えば、"00" が 0 [rad]、"01" が $\pi/2$ [rad]、"11" が π [rad] 及び "10" が $3\pi/2$ [rad] をとる方式である。

A - 6 次の記述は、図に示すパルス符号変調 (PCM) 通信方式の構成例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 標本化回路の出力信号は、パルス振幅変調 (PAM) 信号である。
- 2 符号化回路は、アナログ-デジタル (A-D) 変換器を用いて、保持回路からの標本化された信号を 2 進符号などのパルス符号に変換する。
- 3 復号化回路は、デジタル-アナログ (D-A) 変換器を用いて、符号変換回路からの 2 進符号などのパルス符号を PAM 信号に変換する。
- 4 PAM 復調回路は、再標本化回路からの信号を高域フィルタを通してアナログ信号に変換する。

A - 7 図は、搜索側の船舶用レーダーのスコープ上に搜索救助用レーダートランスポンダ (SART) の位置を 12 個の輝点列で表示したものである。この輝点列の中で SART の位置を示す輝点として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、A は自船の位置とする。

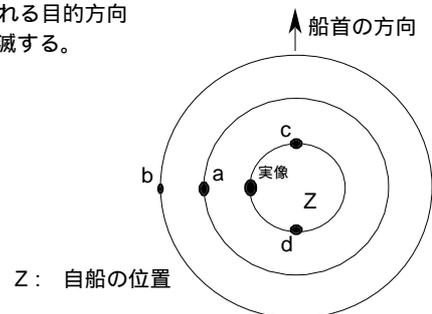


- 1 B の輝点
- 2 C の輝点
- 3 D の輝点
- 4 E の輝点

A - 8 次の記述は、図に示す船舶用レーダーのスコープ上の映像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) 輝点 a 及び b は、□ A 反射による偽像である。例えば、大型船が比較的近距离を自船と並行に航行しているときに、電波が自船との間を往復することにより、実像と同方向及び等間隔で次第に小さくなって現れるものであり、自船の方向が変わるなど大型船との位置関係が変化すると消滅する。
- (2) 輝点 c 及び d は、□ B による偽像である。これはレーダーから放射される目的方向以外の電波により偽像となって現れるものであり、受信感度を □ C と消滅する。

- | A | B | C |
|------|-------------|-----|
| 1 鏡像 | 二次反射 (仲介反射) | 下げる |
| 2 鏡像 | サイドローブ | 上げる |
| 3 多重 | 二次反射 (仲介反射) | 上げる |
| 4 多重 | サイドローブ | 下げる |



A - 9 特性インピーダンスが 50Ω の給電線の負荷として純抵抗を接続したとき、電圧反射係数の大きさの値が 0.2 になった。このときの純抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、純抵抗の値は 50Ω より大きいものとする。

- 1 60Ω
- 2 75Ω
- 3 600Ω
- 4 750Ω

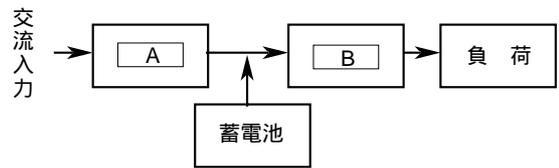
A - 10 次の記述は、デジタル選択呼出装置 (DSC) について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) DSC は、中短波(MHF) 帯、短波 (HF) 帯及び□A□帯の周波数を用いている。
- (2) 雑音、フェーシング及び混信などにより通信回線が障害を受けることをあらかじめ考慮して、□B□ダイバーシチが用いられている。
- (3) 10 単位の誤り検定符号は、第1番目から第7番目までの□C□ビット及び第8番目から第10番目までの□D□ビットから構成されている。

	A	B	C	D
1	極超短波 (UHF)	スペース	情報	検定
2	極超短波 (UHF)	タイム	検定	情報
3	超短波 (VHF)	タイム	情報	検定
4	超短波 (VHF)	スペース	検定	情報

A - 11 図は、浮動充電方式の無停電電源装置 (UPS) の原理的構成例を示したものである。□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
1	整流装置	コンバータ
2	整流装置	インバータ
3	配電盤	コンバータ
4	配電盤	インバータ



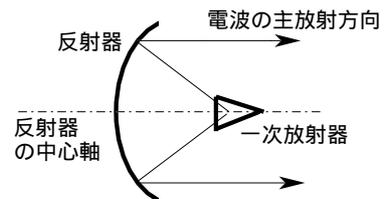
A - 12 円形ループアンテナの直径が 0.8 [m]、巻数が 8 回のときの実効高 h_e の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、使用周波数は 6 [MHz] とし、ループ面の面積を A [m²]、巻数を N 回及び波長を [m] とすれば、 h_e は次式で表される。

$$h_e = (2 AN) / \text{[m]}$$

- 1 0.2 [m]
- 2 0.3 [m]
- 3 0.4 [m]
- 4 0.5 [m]

A - 13 次の記述は、図に示す円形パラボラアンテナ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。

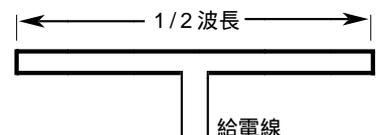
- (1) 反射器の形は、回転□A□面である。
- (2) 一次放射器の励振点は、反射器の焦点に合わせて置かれている。一次放射器から放射された電波は□B□であるが、反射器で反射されると□C□になる。
- (3) アンテナ後方(電波の主放射方向と逆の方向)への電波の放射は非常に少ない。また、アンテナの主ビーム幅は、波長に比べて開口面の直径が大きいほど□D□なる。



	A	B	C	D
1	双曲	平面波	球面波	狭く
2	双曲	球面波	平面波	広く
3	放物	平面波	球面波	広く
4	放物	球面波	平面波	狭く

A - 14 次の記述は、図に示す 2 線式折返し半波長ダイポールアンテナ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。ただし、2 本のアンテナ素子は平行で、かつ非常に接近して配置されており、また、その素材や寸法は同じものとする。

- 1 2 本の素子のそれぞれの電流の振幅及び分布はほぼ等しい。
- 2 指向性は、半波長ダイポールアンテナと異なる。
- 3 放射抵抗は、半波長ダイポールアンテナに比べて小さい。
- 4 周波数特性は、半波長ダイポールアンテナに比べて狭帯域である。



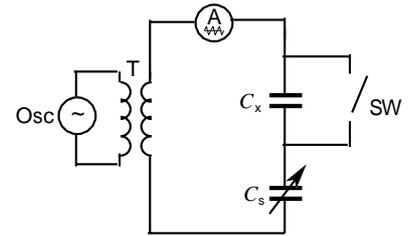
A - 15 次の記述は、短波の電波伝搬で生ずることがあるフェージングについて述べたものである。該当するフェージングの名称として、正しいものを下の番号から選べ。

送信点から放射された電波が二つ以上の異なる電波通路を通して受信点に達するときに生ずるフェージングで、特に電離層波伝搬において、電離層の高さが時間的に変化するため受信点で他の電波通路を通して到達した電波との位相差が時間と共に変わり、受信点における合成電界強度が変動することによるフェージング。

- 1 シンチレーションフェージング
- 2 吸収フェージング
- 3 干渉フェージング
- 4 偏波フェージング

A - 16 次の記述は、図に示す回路を用いて未知のコンデンサの静電容量 C_x を求める手順を示したものである。この手順で求めた C_x の値として、正しいものを下の番号から選べ。

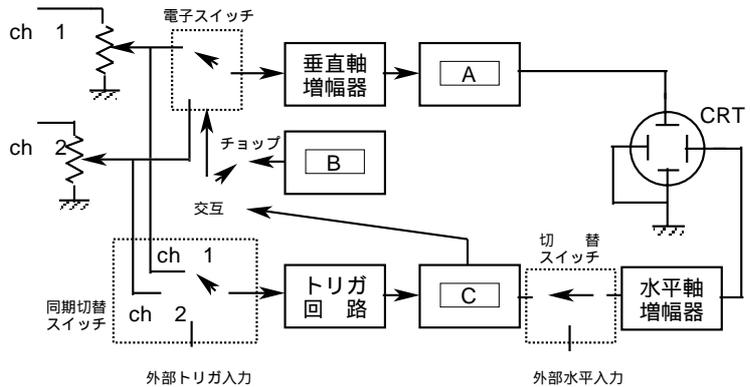
- (1) スイッチ SW を閉じて、高周波電流計 $\text{A}_{\text{高周}}$ の振れが最大になるように標準可変コンデンサ C_s を調整し、変成器 T の二次側回路を高周波発振器 Osc の発振周波数に共振させる。このときの C_s の値が 40 [pF] であった。
- (2) 次にスイッチ SW を開き、(1)と同じ発振周波数に共振するように C_x を再調整する。このときの C_s の値が 200 [pF] であった。
- (3) (1) 及び (2) で得られた二つの Q の値を用いて、計算により C_x を求める。



- 1 40 [pF]
- 2 50 [pF]
- 3 60 [pF]
- 4 70 [pF]

A - 17 図は、二現象オシロスコープの構成例を示したものである。□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 変換回路	検波器	分周回路
2 変換回路	発振器	分周回路
3 遅延回路	検波器	時間軸発生器
4 遅延回路	発振器	時間軸発生器

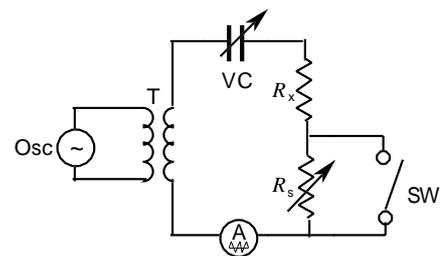


A - 18 次の記述は、図に示す抵抗挿入法を用いた高周波における抵抗の測定について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) スイッチ SW を閉じて高周波発振器 Osc から適当な周波数の出力を変成器 T を通して二次側回路に加え、可変コンデンサ VC を調整して A 点を求める。そのときの高周波電流計 $\text{A}_{\text{高周}}$ の読み値を I_1 [A] とする。ただし、 R_s 及び R_x [] をそれぞれ標準可変抵抗器及び未知抵抗とする。
- (2) 次に、SW を開いて(1)と同様に B 点を求める。そのときの $\text{A}_{\text{高周}}$ の読み値を I_2 [A] とすると、次式より R_x [] を求めることができる。

$$I_1 \times \text{B} = I_2 \times \text{C} \quad [\text{V}]$$

ただし、 $\text{A}_{\text{高周}}$ の内部抵抗やコイルの抵抗が無視できない場合は、求めた値にその分を考慮する必要がある。また、T の二次側回路に誘起される電圧は、(1)と同じ値で変化しないものとする。



A	B	C
1 発振	R_s	$(R_s + R_x)$
2 発振	R_x	$R_s R_x$
3 同調	R_s	$R_s R_x$
4 同調	R_x	$(R_s + R_x)$

B - 1 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を下の番号から選べ。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) FM 波は、単一の正弦波で変調しても□ア周波数を中心に無数の側波が生ずるが、この FM 波のエネルギー分布は、□イ関数を用いて展開すると、□ア周波数の両側に変調信号の周波数の間隔で並ぶ上下側波帯を持つことや変調指数の値によってその□ウが変化することがわかる。
- (2) 最大周波数偏移を一定にすると、変調信号の周波数の変化による上下側波帯の分布範囲は□エ。したがって、最大周波数偏移がある一定値を超えないように変調信号の□ウを制限すると、占有周波数帯幅 B [Hz] がある範囲内を超えることは無くなる。
- (3) FM 波の B は、次式で表される。ただし、最大周波数偏移を F [Hz]、最高変調周波数を F_s [Hz] とする。また、変調指数を m_f とし、 $1 < m_f < 10$ の関係があるものとする。

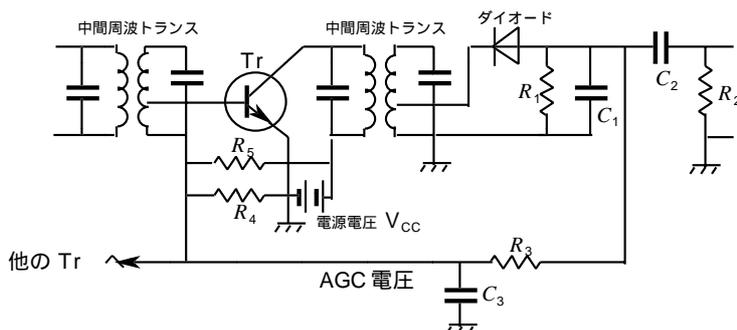
$$B = \text{□オ} \text{ [Hz]}$$

- | | | | | |
|------|------|--------|----------------|-------------|
| 1 変調 | 2 搬送 | 3 ベッセル | 4 $2 FF_s$ | 5 ほとんど変わらない |
| 6 三角 | 7 振幅 | 8 位相 | 9 $2(F + F_s)$ | 10 大きく変わる |

B - 2 次の記述は、図に示す受信機の自動利得調整 (AGC) 回路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) 受信波の電界強度が極めて大きいときでも□ア増幅器が飽和せず、また、フェージングにより受信波の電界強度が変動しても、ほぼ一定の出力が得られるようにするための回路である。
- (2) 検波出力に含まれている直流成分は、受信波の振幅に□イしている。
- (3) 抵抗 R_3 及びコンデンサ C_3 による□ウで直流成分を得ている。
- (4) 中間周波増幅器を構成するトランジスタ T_r は、抵抗 R_4 及び R_5 により適正なバイアス電圧が加えられている。この状態で受信波の電界強度に比例する□エの直流電圧を加えて、中間周波増幅段の増幅度を制御している。
- (5) AGC 回路は、実際には受信機の感度を劣化させるため、遅延自動利得調整 (DAGC) 回路を用いて、□オ電波を受信するときには AGC 回路を動作させないで利得が最大で感度よく受信できるようにし、一定レベル以上の電波を受信するときだけ AGC 回路が動くようにしている。

- | | | |
|----------|-----------|------|
| 1 中間周波 | 2 低周波 | 3 比例 |
| 4 反比例 | 5 正 | 6 負 |
| 7 低域フィルタ | 8 高域フィルタ | |
| 9 微弱な | 10 極めて大きな | |



B - 3 次の記述は、カーゴイド形指向性による方向探知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。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、用いるループアンテナのループ面は大地に対して垂直に設置されているものとする。

- (1) ループアンテナは、使用波長に比べて直径又は辺の大きさが十分に小さいとき、□ア指向性である。ループアンテナの最大感度方向の誘起電圧 v_0 は、その点の電界強度の実効値を e_e [V/m]、アンテナの実効高を h_e [m] とすると、次式で表される。

$$v_0 = \text{□イ} \text{ [V] } \dots\dots\dots$$

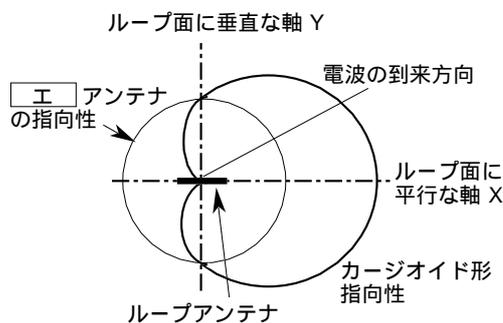
XY 面に平行に到来する垂直偏波の電波とループ面とのなす角度が [rad] であるときの誘起電圧 v は、次式で表される。ただし、座標の原点はループ面の中心とする。

$$v = v_0 \times \text{□ウ} \text{ [V] } \dots\dots\dots$$

- (2) ループアンテナの□ア指向性を方向探知に用いると、最大及び最小受信感度の方向がともに二つずつ(それぞれ互いに反対の方向)あるため、いずれの方向からの電波であるかが判定できない。このため別の□エアンテナとループアンテナを組み合わせ、その位相と振幅を適当に調整して図に示すような単方向性とし、方位を決定する方法が用いられている。

□エアンテナの誘起電圧の実効値 v_v を $v_v = K$ [V] とし、 $K = \text{□イ}$ となるように調整すれば、合成された誘起電圧 v は次式で表され、単方向性のカーゴイド形指向性を得ることができる。

$$v = v_v + v_v = K \times \text{□オ}$$



- | | | | | |
|---------------|------------|------|-------|------------------|
| 1 $e_e h_e$ | 2 8 字形 | 3 水平 | 4 cos | 5 $(1 + \sin)$ |
| 6 e_e / h_e | 7 ペンシルビーム形 | 8 垂直 | 9 sin | 10 $(1 + \cos)$ |

B - 4 次の記述は、船舶搭載用の 406〔MHz〕帯及び 121.5〔MHz〕の周波数を用いたフロート・フリー型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。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。

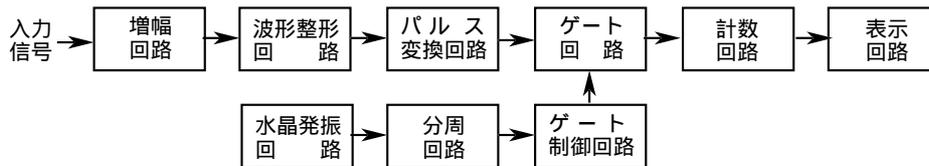
- ア 衛星EPIRBは、GMDSS において、一定要件を満たす船舶への設置が義務づけられた無線設備である。
- イ 衛星EPIRBからの遭難信号による位置決定に、ドプラ偏移が用いられている。
- ウ 衛星EPIRBには、航空機からの捜索を容易にするために 121.5〔MHz〕のビーコンが付加されている。
- エ 衛星EPIRBは、船舶の船首又は船尾に規定の取り付け用の架台によって設置される。
- オ 衛星EPIRBが正しく設置されていれば、船舶が沈没して装置が海面下 25〔m〕以下に水没すると、衛星EPIRB本体は自動的に架台より離脱して海面に浮上する。

B - 5 次の記述は、電源に用いられる電力変換装置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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 交流又は直流電力を任意の交流又は直流電力に変換する装置の総称を □ア□ といい、直流電力から交流電力に変換する装置を □イ□ 又はインバータという。また、直流電力から直流電力に変換する装置を □ウ□ という。
- (2) □ウ□ の構成は、□イ□ に整流回路と □エ□ を設けたものである。
- (3) このような装置における電力変換の方法として、静止形と回転形があるが、静止形の装置の電子スイッチにはトランジスタや □オ□ が用いられる。

- 1 AC-DCコンバータ 2 コンバータ 3 サイリスタ 4 DC-ACコンバータ 5 蓄電池
6 サーミスタ 7 平滑回路 8 DC-DCコンバータ 9 ハイブリッド装置 10 定電流回路

B - 6 次の記述は、図に示す計数形周波数計の構成例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、波形整形回路の出力周波数とパルス変換回路の出力周波数は等しいものとする。



- ア 波形整形回路は、入力信号を増幅し、リミタなどを用いて方形波に整形する。
- イ パルス変換回路は、微分回路などを用いて計数しやすいパルスに変換する。
- ウ 水晶発振回路は、入力信号に同期した周波数を発振する。
- エ ゲート制御回路は、ゲートの開閉動作及び計数回路やゲート制御回路のリセットを制御するのに必要な時間基準の信号を出力する。
- オ ゲートを通過するパルスの数を N 個、ゲートの動作時間を T 〔s〕とすれば、測定している周波数は T/N 〔Hz〕となる。

B - 7 次の記述は、図に示す超短波（VHF）帯の電波の伝搬距離と電界強度の関係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 電界強度が振動するのは、ほとんどが直接波と大地反射波の干渉によるものである。
- イ 極大値が点 a、b 及び c で生ずるのは、受信点において直接波と大地反射波の位相が同じときである。
- ウ 極小値が点 d 及び e で生ずるのは、受信点において直接波と大地反射波の位相差が $\pi/2$ 〔rad〕のときである。
- エ 極大値の点 c より以遠の距離で生ずる直線状部分における電界強度は、距離の 2 乗に反比例する。
- オ 見通し距離以遠における電界強度は、対流圏散乱波によるものを除けば、一般に大地反射波によるものである。

