

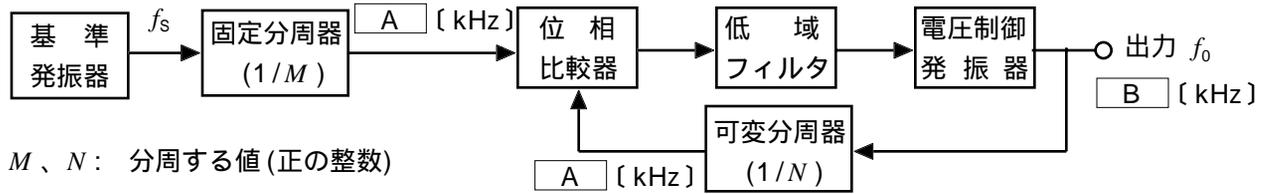
CZ109

第三級総合無線通信士「無線工学」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、図に示す位相同期ループ (PLL) を用いた周波数シンセサイザの出力周波数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。

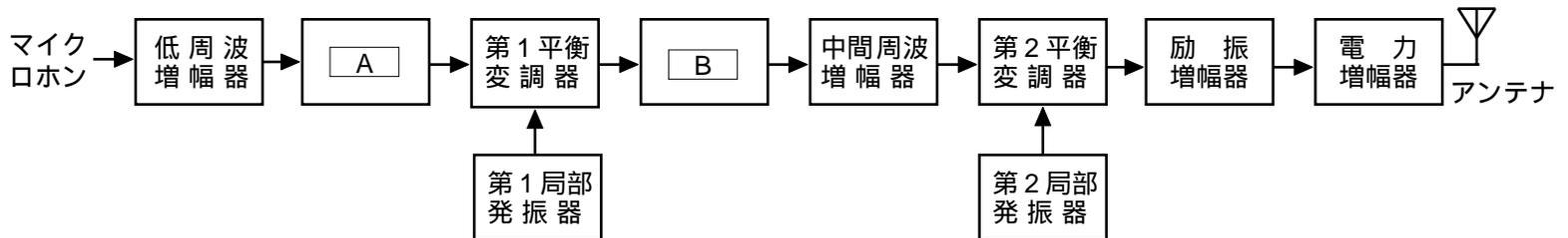


M、N：分周する値(正の整数)

- (1) 基準発振器の出力周波数  $f_s$  が 2 [MHz] で分周比  $M$  が 2,000 のとき、固定分周器の出力周波数は、□ A [kHz] となる。
- (2) 位相がロックされ、電圧制御発振器の出力周波数が  $f_0$  で分周比  $N$  が 100 のとき、可変分周器の出力周波数は、□ A [kHz] となる。
- (3) したがって、 $f_0$  は、□ B [kHz] である。

	A	B
1	1	100
2	1	200
3	2	200
4	2	100

A - 2 図は、SSB (J3E) 送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
1	スピーチクリップ	PLL回路
2	スピーチクリップ	帯域フィルタ
3	クラリファイア	PLL回路
4	クラリファイア	帯域フィルタ

A - 3 DSB (A3E) 送信機において、搬送波を単一正弦波で 80 [%] 変調したとき、変調波の平均電力が 264 [W] であった。無変調の搬送波の平均電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 132 [W]      2 160 [W]      3 180 [W]      4 200 [W]

A - 4 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の中間周波増幅器の通過帯域幅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) 通過帯域幅が受信電波の占有周波数帯幅と比べて極端に □ A ときには、必要としない周波数帯域まで増幅されるので □ B が悪くなる。 | A | B | C | D |
| (2) 通過帯域幅が受信電波の占有周波数帯幅と比べて極端に □ C ときには、必要とする周波数帯域の一部が増幅されない □ D が悪くなる。 | 1 | 2 | 3 | 4 |

1	広い	選択度	狭い	忠実度
2	広い	変調度	狭い	安定度
3	狭い	変調度	広い	忠実度
4	狭い	選択度	広い	安定度

- A - 5 振幅変調 (AM) 波を検波効率が 0.8 の直線検波回路に加えたとき、その出力に現れる変調信号成分の電圧を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、変調信号及び搬送波の角周波数を、それぞれ  $p$  [rad/s] 及び  $\omega$  [rad/s] とする。また、搬送波の振幅及び変調度をそれぞれ 5 [V] 及び 60 [%] としたときの AM 波の電圧は、次式で表される。

$$e = 5(1 + 0.6 \cos p t) \sin \omega t \text{ [V]}$$

- 1  $e_o = 2.4 \sin \omega t$  [V]
- 2  $e_o = 3.5 \sin \omega t$  [V]
- 3  $e_o = 2.4 \cos p t$  [V]
- 4  $e_o = 3.5 \cos p t$  [V]

- A - 6 次の記述は、AM 受信機と比べたときの FM 受信機の一般的特徴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 FM 波を検波するための周波数弁別器がある。
- 2 送信機で強調された高い周波数成分をもとに戻すプレエンファシス回路がある。
- 3 信号がないときの雑音を抑圧するスケルチ回路がある。
- 4 雑音やフェージングなどによる振幅変調成分を取り除く振幅制限(リミタ)機能がある。

- A - 7 次の記述は、船舶用レーダーの STC 回路の働き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 大きな物標からの長く連なった強い反射波によって受信機の間周波増幅器が飽和し、小さな物標からの微弱な信号が識別できなくなるのを防ぐ。
- 2 送信機にマグネトロン of 自励発振器を用いたとき、発振周波数は時間の経過と共に少し変化する。このため送信周波数と局部発振周波数との差を常に中間周波数に等しく保つ。
- 3 近くからの海面反射の影響を少なくして、近距離にある物標を探知しやすくする。
- 4 物標からの信号が、雨や雪からの反射波にマスクされて検出が困難になるのを防ぐ。

- A - 8 次の記述は、低軌道衛星を利用する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下の番号から選べ。

- 1 衛星 EPIRB の電源には、96 時間以上連続して電波を送信できることが要求されている。
- 2 救助船舶等のレーダー波を受信すると、応答信号を送信する。
- 3 衛星 EPIRB から発射された電波は、救助船舶等のレーダーで受信され、表示される。
- 4 衛星 EPIRB の位置決定には、衛星 EPIRB から発射された電波のドプラ偏移が利用されている。

- A - 9 次の記述は、蓄電池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) 充電することにより、繰り返し何度も使用できる電池を蓄電池又は □ A □ 電池という。
- (2) 蓄電池の代表的なものには鉛蓄電池や □ B □ 蓄電池がある。
- (3) 鉛蓄電池の電解液には □ C □ を用いる。

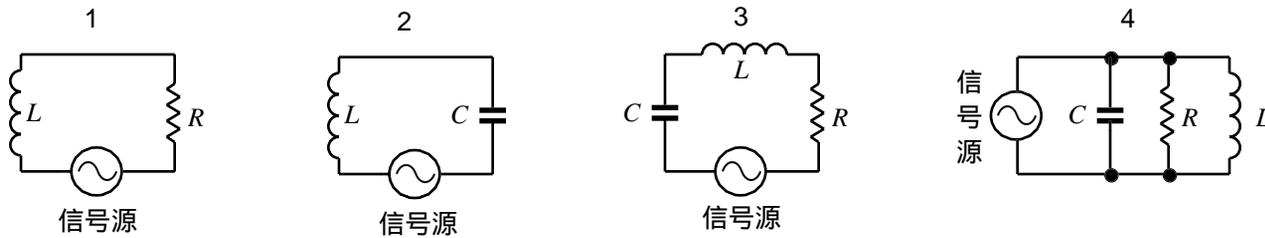
- |   | A  | B        | C   |
|---|----|----------|-----|
| 1 | 一次 | アルカリマンガン | 希硫酸 |
| 2 | 一次 | リチウムイオン  | 希塩酸 |
| 3 | 二次 | リチウムイオン  | 希硫酸 |
| 4 | 二次 | アルカリマンガン | 希塩酸 |

A - 10 次の記述は、パルス変調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。ただし、変調されるパルスは、周期的なパルスとする。

- (1) PAM は、アナログ信号波の振幅に応じて、パルスの□A□を変える変調方式である。  
 (2) PWM は、アナログ信号波の振幅に応じて、パルスの□B□を変える変調方式である。

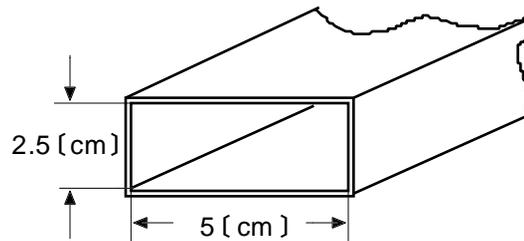
	A	B
1	振幅	幅
2	振幅	位置(位相)
3	位置(位相)	振幅
4	位置(位相)	幅

A - 11 半波長ダイポールアンテナの基本周波数近傍における等価回路として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、C〔F〕は実効静電容量、L〔H〕は実効インダクタンス、R〔 $\Omega$ 〕は実効抵抗とする。



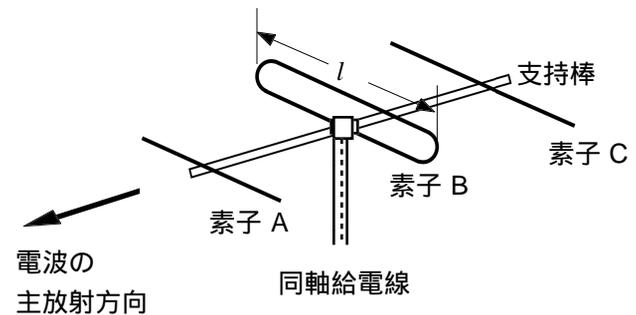
A - 12 図に示す方形導波管のTE<sub>10</sub>波の遮断波長の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 8〔cm〕
- 2 10〔cm〕
- 3 12〔cm〕
- 4 14〔cm〕



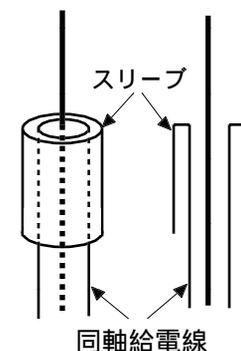
A - 13 次の記述は、図に示す八木アンテナについて述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。

- 1 素子Aの長さは素子Cの長さより長い。
- 2 素子Bの長さは、ほぼ1/4波長である。
- 3 素子Aを放射器という。
- 4 素子Cを反射器という。



A - 14 次の記述は、図に示す垂直偏波用のスリーブアンテナ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 水平面内の指向性は、全方向性である。
- 2 一般に、垂直半波長ダイポールアンテナとして働く。
- 3 給電線として75〔 $\Omega$ 〕の同軸給電線を用いると、整合回路が無くてもアンテナと給電線はほぼ整合する。
- 4 同軸給電線の内部導体を1/2波長だけ伸ばし、その下部に銅製の円筒などの長さが1/2波長のスリーブをかぶせている。



A - 15 次の記述は、地球の等価半径（係数）及び電波の見通し距離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、大気は標準大気とし、地球表面は完全な球面とする。

- 1 地球の等価半径係数の値は、 $3/4$  である。
- 2 電波の見通し距離は、光学的な見通し距離より長い。
- 3 地球の等価半径係数は、地球の等価半径  $R_r$  [m] と地球の真の半径  $R_0$  [m] との比  $R_r/R_0$  である。
- 4 地球の真の半径  $R_0$  [m] の代わりに地球の等価半径  $R_r$  [m] を考えると、電波通路を直線として取り扱うことができる。

A - 16 次の記述は、短波 (HF) の電離層伝搬で生ずるフェージング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。

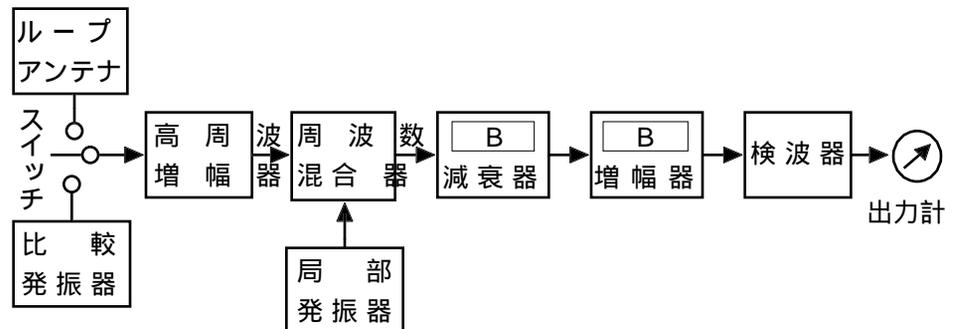
- (1) 電波が電離層を通過するとき、電離層の時間的変動に起因して減衰の割合が変化するのは、□ A □ フェージングである。
- (2) アンテナから放射された電波が複数の通路を通過して受信点に到達したとき、それぞれの通路を通過して到達した電波の振幅や位相が時間とともに変化することに起因して生ずるのは、□ B □ フェージングである。

- |            |     |
|------------|-----|
| A          | B   |
| 1 吸収性      | K形  |
| 2 吸収性      | 干渉性 |
| 3 シンチレーション | K形  |
| 4 シンチレーション | 干渉性 |

A - 17 次の記述は、図に示す長波 (LF) 及び中波 (MF) に用いる電界強度測定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。ただし、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 高感度の □ A □ 受信機を中心にして構成されており、その □ B □ 増幅段に可変の □ B □ 減衰器を挿入し、ループアンテナによる誘起電圧と比較発振器による電圧との比較を行う。
- (2) 電界強度を測定するときの単位としてデシベルを用いるとき、通常、 $1$  [ $\mu\text{V}/\text{m}$ ] を □ C □ [dB] とする。

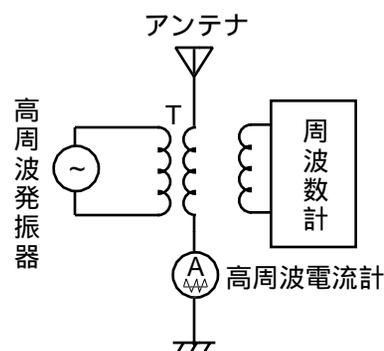
- |              |      |   |
|--------------|------|---|
| A            | B    | C |
| 1 ストレート      | 低周波  | 0 |
| 2 ストレート      | 中間周波 | 1 |
| 3 スーパーヘテロダイン | 低周波  | 1 |
| 4 スーパーヘテロダイン | 中間周波 | 0 |



A - 18 次の記述は、図に示す構成例を用いて接地アンテナの固有波長を測定する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) 変成器 T を用いて、高周波発振器の出力をアンテナに □ A □ に結合する。
- (2) 高周波発振器の発振周波数を少しずつ変化させ、アンテナ基部に挿入した高周波電流計の振れが □ B □ となる共振点を求める。
- (3) この共振点における発振周波数を周波数計で測定する。このときの波長がアンテナの固有波長である。共振点が二つ以上ある場合は、□ C □ の発振周波数を選び、そのときの波長を固有波長としている。

- |     |    |    |
|-----|----|----|
| A   | B  | C  |
| 1 密 | 最小 | 最高 |
| 2 密 | 最大 | 最低 |
| 3 疎 | 最大 | 最低 |
| 4 疎 | 最小 | 最高 |



B - 1 次の記述は、単一正弦波で変調した周波数変調 (FM) 波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 FM 波の周波数成分は、搬送周波数及びその両側に変調信号の周波数の間隔で並ぶ無数の側波から構成される。
- イ 最大周波数偏移  $F$  [Hz] と、変調周波数  $F_s$  [Hz] の比  $F/F_s$  を変調指数という。
- ウ FM 波は振幅が一定であるので、その電力は変調を行っても変化しない。
- エ FM 波の占有周波数帯幅 [Hz] は、全エネルギーの 90 % を包含する側波帯までと定められている。
- オ 最大周波数偏移が 5 [kHz]、変調周波数が 3 [kHz] のとき、占有周波数帯幅  $B$  は、 $B = 8$  [kHz] である。

B - 2 次の記述は、SSB (J3E 受信機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) J3E 電波は、□ア が抑圧されているため、復調時にこれを再生するための回路として復調用 □イ が必要である。また、抑圧された □ア と復調用 □イ の周波数が一致するように調整するため、□イ には □ウ が必要である。
- (2) トーン発振器は、□エ [Hz] の低周波信号を発生するものである。したがって、例えば、自局のトーン発振器を動作させて受信部の低周波増幅器に加えておき、相手局からのトーン発振器による □エ [Hz] で変調された J3E の電波を受信し、□ウ を調整して □オ をとれば、短時間で相手局と自局の周波数を一致させることができる。

- |         |            |        |              |        |
|---------|------------|--------|--------------|--------|
| 1 455   | 2 局部発振器    | 3 搬送波  | 4 クラリファイア    | 5 零ビート |
| 6 1,500 | 7 うなり周波発振器 | 8 スケルチ | 9 上側波帯又は下側波帯 | 10 位同期 |

B - 3 次の記述は、自由空間に置かれた等方性アンテナによる放射電界強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。ただし、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図に示すように、点  $O$  に置かれた等方性アンテナからの放射電力  $P_t$  [W] が、点  $\bar{O}$  を含む半径  $r$  [m] の球面を一様に通過するとき、この球面の表面積が □ア [ $m^2$ ] であるので、点  $\bar{O}$  における電力束密度  $p$  は次式で表すことができる。

$$p = P_t / (\square \text{ア}) \text{ [W/m}^2\text{]} \text{ -----}$$

- (2) 点  $\bar{O}$  における電界強度を  $E$  [V/m]、磁界強度を  $H$  [A/m] とすると、 $p$  は次式で表すことができる。

$$p = E \square \text{イ} H \text{ [W/m}^2\text{]} \text{ -----}$$

- (3) 自由空間の特性インピーダンスを 120 [ ] とすると、 $E$  と  $H$  には次式に示す関係がある。

$$120 = \square \text{ウ} \text{ -----}$$

- (4) 式 の関係を式 に代入して  $H$  を消去すると、次式を得る。

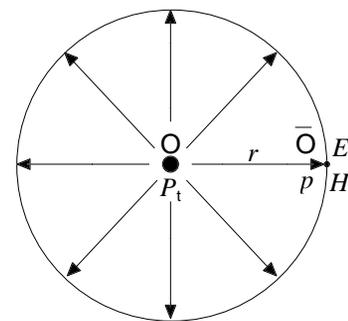
$$p = \square \text{エ} \text{ [W/m}^2\text{]} \text{ -----}$$

- (5) 式 、 から、 $P_t$  は  $E$  と  $r$  を用いて次式で表すことができる。

$$P_t = E^2 r^2 / 30 \text{ [W]} \text{ -----}$$

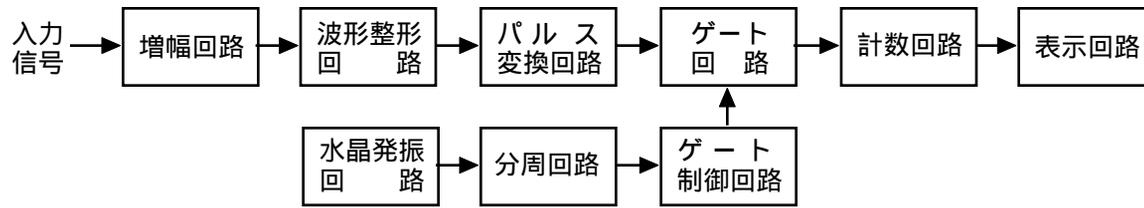
式 から、 $E$  は次式で表すことができる。

$$E = \square \text{オ} \text{ [V/m]} \text{ -----}$$



- |     |             |               |                     |           |
|-----|-------------|---------------|---------------------|-----------|
| 1 × | 2 $H/E$ [ ] | 3 $120 E^2$   | 4 $\frac{30P_t}{r}$ | 5 $4 r^2$ |
| 6 ÷ | 7 $E/H$ [ ] | 8 $E^2/(120)$ | 9 $\frac{90P_t}{r}$ | 10 $2 r$  |

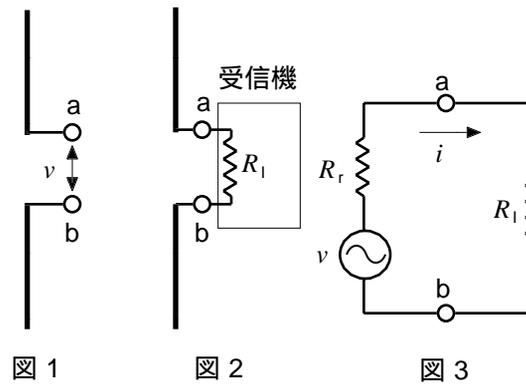
B - 4 次の記述は、図に示す計数形周波数計の構成例について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、波形整形回路の出力及びパルス変換回路の出力の繰返し周波数は同一とする。



- (1) 波形整形回路は、入力信号を増幅し、リミタなどを用いて □ア□ に整形する。
- (2) パルス変換回路は、波形整形回路の出力を □イ□ 回路などを用いて計数しやすいパルスに変換する。このとき変換されたパルス数は入力信号 1 サイクル当たり □ウ□ 個である。
- (3) 水晶発振回路では、入力信号 □エ□ 周波数で発振させる。
- (4) ゲートの開いた  $T$  [s] 間に  $N$  個のパルスが計数されたとき、入力信号の周波数は □オ□ [Hz] となる。

- |       |      |     |          |          |
|-------|------|-----|----------|----------|
| 1 方形波 | 2 積分 | 3 1 | 4 とは無関係な | 5 $N/T$  |
| 6 正弦波 | 7 微分 | 8 2 | 9 に同期した  | 10 $T/N$ |

B - 5 次の記述は、受信有能電力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、アンテナの損失は無視するものとする。



(1) 図 1 に示すアンテナの最大指向方向が放射源に向かっているとき、電界強度 [V/m] の電波によって、このアンテナに誘起される電圧  $v$  は、アンテナの実効長を  $l_e$  [m] とすると、次式で表せる。

$$v = \square \text{ア} \square \text{ [V]}$$

(2) 図 2 に示すように、 $v$  はアンテナの放射抵抗  $R_r$  [ ] を通じて入力抵抗  $R_1$  [ ] の受信機に加えられる。この回路は図 3 に示す等価回路で表すことができる。したがって、回路を流れる電流は □イ□ [A] となる。

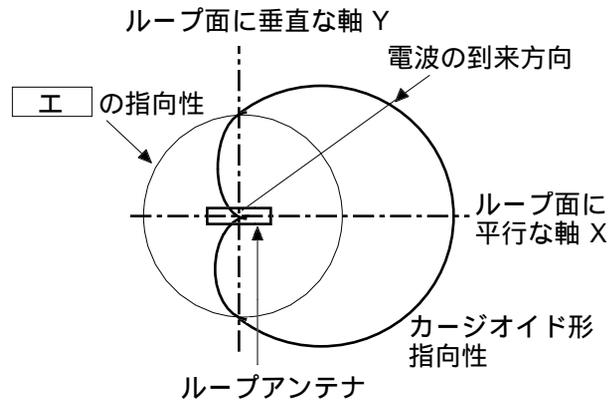
(3) 受信アンテナから受信機に与えられる電力  $P$  は □ウ□ [W] となる。

(4)  $P$  を最大にするには、アンテナと受信機の整合をとれば良い。すなわち、 $R_1 = \square \text{エ} \square$  のとき、 $P$  は最大となる。

(5) この  $P$  の最大値を受信有能電力といい、□オ□ [W] で与えられる。

- |           |          |              |                   |                              |
|-----------|----------|--------------|-------------------|------------------------------|
| 1 $E/l_e$ | 2 $R_r$  | 3 $v^2/4R_r$ | 4 $v^2/2R_r$      | 5 $v^2/(R_r + R_1)$          |
| 6 $E l_e$ | 7 $2R_r$ | 8 $v/R_r$    | 9 $v/(R_r + R_1)$ | 10 $v^2 R_1 / (R_r + R_1)^2$ |

B - 6 次の記述は、図に示すカージオ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、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。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 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 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向性とし、方位を決定することができる。

(3) すなわち、□エ 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、単向性のカージオイド形指向性を得ることができる。

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

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

B - 7 次の記述は、図に示す回路の整合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、送信機の実効インピーダンス、給電線の実効インピーダンス及びアンテナの給電点インピーダンスを、それぞれ  $Z_T$ 、 $Z_0$  及び  $Z_A$  とする。



- ア 整合していないとき、反射波が生じて損失が増える。
- イ 整合して反射波が生じないとき、電圧定在波比 (VSWR) の値は 0 である。
- ウ 波形伝送においては、整合していなくてもアンテナに供給される信号がひずむことはない。
- エ 給電線上の電圧(又は電流)分布がどの場所でも一様であるとき、送信機、給電線及びアンテナは整合している。
- オ 効率良く電力をアンテナに供給するためには、送信機、給電線及びアンテナを整合させ、反射波を生じないようにする。