

GB801

第二級陸上無線技術士「無線工学B」試験問題

25問 2時間30分

A - 1 次の記述は、アンテナ素子の太さが無視できる半波長ダイポールアンテナの入力インピーダンス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) 入力インピーダンスの抵抗分は約 73 []、リアクタンス分は約 □ A □ である。
- (2) アンテナ素子の長さを変化させたときの抵抗分の変化量は、リアクタンス分の変化量より □ B □。
- (3) アンテナ素子の長さを半波長より少し □ C □ すると、リアクタンス分を零にすることができる。

	A	B	C
1	23 []	多い	長く
2	23 []	多い	短く
3	23 []	少ない	短く
4	43 []	多い	長く
5	43 []	少ない	短く

A - 2 電界強度が 3 [mV/m] の到来電波を実効面積 A_e [m²] のアンテナで受信して、0.05 [μW] の有能受信電力 (受信最大有効電力) を得た。 A_e の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナ及び給電回路等における損失は無視できるものとする。

- 1 0.5 [m²] 2 1.0 [m²] 3 1.5 [m²] 4 2.0 [m²] 5 2.5 [m²]

A - 3 自由空間において、アンテナへの到来電波の電界強度が 18.84 [mV/m] であった。このときの磁界強度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、到来電波は平面波とする。

- 1 2×10^{-5} [A/m] 2 3×10^{-5} [A/m] 3 5×10^{-5} [A/m] 4 6×10^{-4} [A/m] 5 7×10^{-4} [A/m]

A - 4 次の記述は、ポインティングベクトル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 電磁エネルギーの流れを表すベクトルである。
- 2 大きさは、電界ベクトルと磁界ベクトルを二辺とする三角形の面積に等しい。
- 3 電界ベクトルと磁界ベクトルのなす面に垂直で、電界ベクトルの方向から磁界ベクトルの方向に右ねじを回したときに、ねじの進む方向に向いている。
- 4 電界ベクトルと磁界ベクトルの外積である。
- 5 大きさは、自由空間における平面波の電力束密度を表す。

A - 5 次の記述は、アンテナの指向性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。

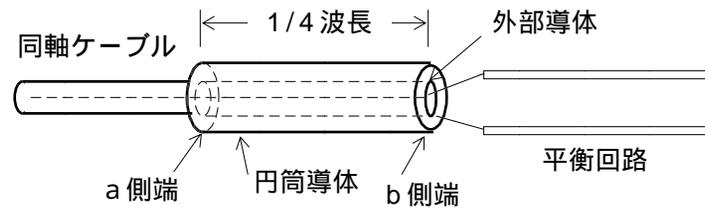
- (1) アンテナから放射され、又はアンテナに誘起される電波の方向に関する特性であり、アンテナからの距離に □ A □ 指向性係数 (関数) によって表される。
- (2) 送信アンテナと受信アンテナとの間に □ B □ が成り立つ場合は、同一のアンテナを送信に用いたときの指向性と受信に用いたときの指向性は等しい。
- (3) 一般に、放射 □ C □ 強度のパターンか、又は放射電力束密度のパターンで表される。

	A	B	C
1	関係しない	可逆性	電界
2	関係しない	補対の関係	磁界
3	反比例する	可逆性	磁界
4	反比例する	補対の関係	磁界
5	反比例する	可逆性	電界

A - 6 次の記述は、バランの一種であるシュペルトップ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) 図に示すように、同軸ケーブルの終端に長さが $1/4$ 波長の円筒導体をかぶせ、その□Aを同軸ケーブルの外部導体に短絡したものである。
- (2) 円筒導体のb側端では、分布電圧が最大で分布電流が最小であるため、インピーダンスは非常に□B。このため、不平衡回路と平衡回路を直接接続したときに生ずる□C電流が、同軸ケーブルの外部導体に沿って流れ出すのを防止することができる。

	A	B	C
1	a側端	大きい	不平衡
2	a側端	小さい	平衡
3	a側端	小さい	不平衡
4	b側端	小さい	平衡
5	b側端	大きい	不平衡



A - 7 次の記述は、平行二線式給電線と小電力用同軸ケーブル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 平行二線式給電線は、平衡形の給電線であり、零電位は2本の導線の間隔の垂直二等分面上にある。
- 2 平行二線式給電線は、導線の太さが同じ場合には、導線の間隔が広いほど小さくなる。
- 3 小電力用同軸ケーブルは、不平衡形の給電線であり、通常、外部導体を接地して使用する。
- 4 小電力用同軸ケーブルの特性インピーダンスは、内部導体の外径 d に対する外部導体の内径 D の比 (D/d) が大きいほど大きくなる。
- 5 小電力用同軸ケーブルは、平行二線式給電線よりも、外部からの誘導妨害の影響を受けにくい。

A - 8 給電線上において、負荷への入射波の実効値が 180 [V]、電圧定在波比の絶対値が 3.5 であるとき、反射波の実効値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 90 [V] 2 100 [V] 3 120 [V] 4 145 [V] 5 150 [V]

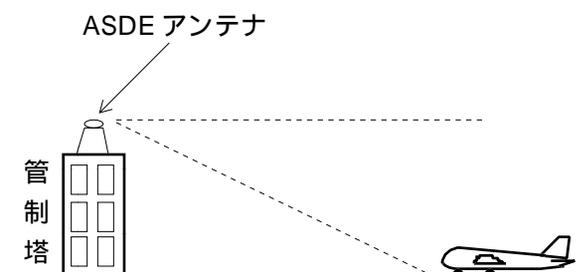
A - 9 アンテナに接続された無損失給電線上の反射損(不整合損)が 1.125 (真数)のときの電圧定在波比(VSWR)の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 2.0 2 2.5 3 3.0 4 3.5 5 4.0

A - 10 次の記述は、図に示す空港面探知レーダー(ASDE)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) 空港の地面上にある物標からの反射波の強度が、アンテナからの距離に□Aのような放射特性を持っている。
- (2) 離着陸する航空機の機影を高輝度で連続的に表示するため、アンテナの回転数は、通常の船舶用レーダーアンテナの回転数よりも□B。
- (3) 悪天候でも使用できるように□C用アンテナを用いる。

	A	B	C
1	関係なくほぼ一定になる	高い	円偏波
2	関係なくほぼ一定になる	低い	直線偏波
3	関係なくほぼ一定になる	高い	直線偏波
4	反比例する	高い	直線偏波
5	反比例する	低い	円偏波



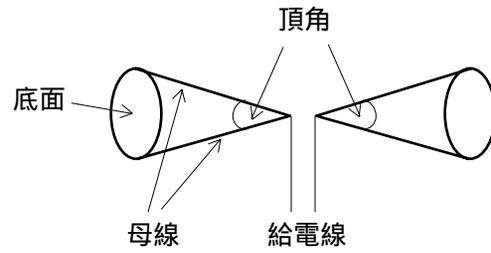
A - 11 次の記述は、各種アンテナの特徴について述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。

- 1 八木アンテナは、利得を上げるために、導波素子と反射素子が放射素子の前後に 1/2 波長間隔でそれぞれ複数個使われる。
- 2 対数周期アンテナは、隣の素子との長さの比及びそれらの間隔の比が一定である狭帯域アンテナである。
- 3 高さが同じ垂直接地アンテナと逆 L 形接地アンテナの実効高は同じである。
- 4 ホーンアンテナから放射される電波は、開口面近傍では球面波である。
- 5 カセグレンアンテナの指向性利得は、同じ開口面積を持つパラボラアンテナの指向性利得より大きい。

A - 12 次の記述は、図に示す双円すいアンテナ (バイコンカルアンテナ) 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) 円すいの底面の直径と母線の長さの比が一定な □ A □ アンテナである。
- (2) 頂角を広く (約 50 から 90 度) 設定したり、母線を □ B □ したりすると、広帯域となる。
- (3) このアンテナの変形として円すいの代わりに導体平板を三角形に切り取ったもの、あるいは多数の導線を用いた □ C □ があり、テレビジョン放送などの受信アンテナに用いられている。

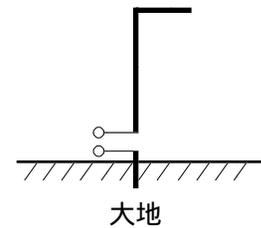
A	B	C
1 自己相似	長く	ファンアンテナ
2 自己相似	短く	スロットアンテナ
3 自己相似	短く	ファンアンテナ
4 自己補対	長く	スロットアンテナ
5 自己補対	短く	ファンアンテナ



A - 13 次の記述は、図に示す逆 L 形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) 水平部は、付加容量の効果を持つので、垂直部だけのときより実効高は □ A □ なる。
- (2) 垂直部だけのときより、アンテナの固有周波数を □ B □ して用いる。
- (3) 主として電波は □ C □ 部のみから放射されるので、水平面内の指向性は、ほぼ □ D □ である。

A	B	C	D
1 低く	高く	水平	単方向性
2 低く	低く	垂直	全方向性
3 低く	高く	水平	全方向性
4 高く	高く	垂直	単方向性
5 高く	低く	垂直	全方向性

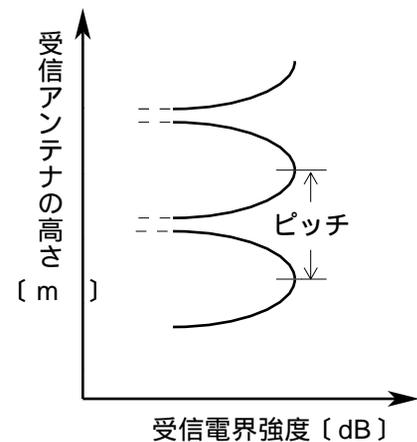


A - 14 1/4 波長垂直接地アンテナは 800 [W] の電力を供給したとき、アンテナから水平方向に 35 [km] 離れた地点における電界強度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、アンテナの放射効率を 1 とし、大地は完全導体平面とする。

- 1 2 [mV/m] 2 4 [mV/m] 3 8 [mV/m] 4 12 [mV/m] 5 20 [mV/m]

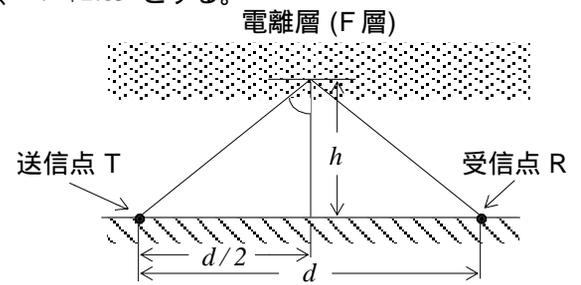
A - 15 超短波 (VHF) 帯の電波伝搬において、送信アンテナの高さ、送信周波数、送信電力及び通信距離の条件を一定にして、受信アンテナの高さを変化させて、電界強度を測定すると、図に示すハイトパターンが得られる。この現象に関する記述として、誤っているものを下の番号から選べ。ただし、大地は完全導体平面で、反射係数を -1 とする。

- 1 見通し距離内の電波伝搬における受信電界強度は、直接波と大地反射波の合成によって生じる。
- 2 大地反射波の位相は、直接波の位相より、通路差による位相差と反射の際に生じる位相差との和の分だけ遅れる。
- 3 大地反射波と直接波の電界強度の大きさを同じとすれば、両者の位相が同位相のとき、受信電界強度が極大になり、逆位相のときは零となる。
- 4 受信電界強度の極大値は、受信地点の自由空間電界強度のほぼ 2 倍となる。
- 5 受信電界強度が振動的に変化するピッチは、周波数が高くなるほど、広くなる。



A - 16 図に示す電離層伝搬で、電離層 (F層) の臨界周波数が 6 [MHz] のとき、8 [MHz] の電波で通信するときの跳躍距離の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、大地は水平な平面であり、電離層は大地に平行であるものとする。また、F層の見掛けの高さ h は 300 [km] で、F層の電子密度を一定とし、 $\sqrt{7} \approx 2.65$ とする。

- 1 265 [km]
- 2 530 [km]
- 3 620 [km]
- 4 1,060 [km]
- 5 1,590 [km]



A - 17 次の記述は、対流圏伝搬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) 大気屈折率は、□ A 前後の値であり、気象状態によるこの値のわずかな変動が電波の伝搬に大きな影響を与える。標準大気中では、大気屈折率は高さとともにほぼ直線的に減少するため、地表面にほぼ平行に放射された電波は上方に凸に曲がり、見通し距離が増大する。
- (2) 標準大気中では、わん曲する電波の通路を直線的に扱うために、等価的に地球の半径を □ B するような等価地球半径係数を用いる。
- (3) 大気屈折率の高度分布を示す M 曲線が負の傾きを生じているときには、□ C が生成され、超短波 (VHF) 帯の電波は異常に遠距離まで伝搬することがある。

	A	B	C
1	1.0003	小さく	ラジオダクト
2	1.0003	大きく	ラジオダクト
3	1.0003	小さく	フレネルゾーン
4	1.3333	大きく	ラジオダクト
5	1.3333	小さく	フレネルゾーン

A - 18 次の記述は、アンテナに供給される電力を求める過程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。

入力インピーダンスが R_a [] のアンテナに、特性インピーダンスが R_0 [] の給電線を用いて給電したとき、給電線上に生ずる定在波の電圧波腹及び電圧波節の実効値がそれぞれ V_{max} [V] 及び V_{min} [V] であった。ただし、 R_a 及び R_0 は純抵抗で、 $R_a < R_0$ であり、給電線は無損失で波長に比べて十分長いものとする。

- (1) 給電線の電圧反射係数 Γ の絶対値 $|\Gamma|$ は、 R_a と R_0 を用いて、次式で表される。

$$|\Gamma| = \square A \dots\dots$$

- (2) 電圧定在波比 S は、 $|\Gamma|$ を用いて、次式で表される。

$$S = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \dots\dots$$

式 を式 に代入すれば、次式で表される。

$$S = \square B \dots\dots$$

- (3) S は、 V_{max} と V_{min} を用いて、次式で表される。

$$S = \square C \dots\dots$$

- (4) 負荷の電圧 V_l [V] は、給電線上の進行波電圧 V_f [V] 及び反射波電圧 V_r [V] を用いて、次式で表される。

$$V_l = V_f - V_r = V_{min} [V] \dots\dots$$

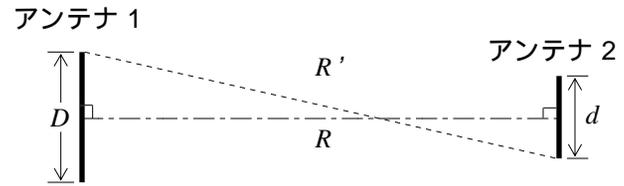
式、及び式 より、アンテナに供給される電力 P は、次式で表される。

$$P = V_l^2 / R_a = \square D [W]$$

	A	B	C	D
1	$\frac{R_0 + R_a}{R_0 - R_a}$	$\frac{R_0}{R_a}$	$V_{max} - V_{min}$	$\frac{V_{max} V_{min}}{R_a}$
2	$\frac{R_0 + R_a}{R_0 - R_a}$	$\frac{R_a}{R_0}$	$\frac{V_{max}}{V_{min}}$	$\frac{V_{max} V_{min}}{R_a}$
3	$\frac{R_0 + R_a}{R_0 - R_a}$	$\frac{R_a}{R_0}$	$\frac{V_{max}}{V_{min}}$	$\frac{V_{max} V_{min}}{R_0}$
4	$\frac{R_0 - R_a}{R_0 + R_a}$	$\frac{R_a}{R_0}$	$V_{max} - V_{min}$	$\frac{V_{max} V_{min}}{R_0}$
5	$\frac{R_0 - R_a}{R_0 + R_a}$	$\frac{R_0}{R_a}$	$\frac{V_{max}}{V_{min}}$	$\frac{V_{max} V_{min}}{R_0}$

A - 19 図は、使用する電波の波長 λ [m] に比べて大きなアンテナ直径 D [m] 又は d [m] を持つ2つの開口面アンテナの利得や指向性を測定する場合の最小測定距離 R [m] を求めるための幾何学的な関係を示したものである。 $D = 0.6$ [m]、 $d = 0.4$ [m] 及び測定周波数が 30 [GHz] のときの R の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、通路差 R は、 $R = R' - R \quad (D + d)^2 / (8\lambda)$ [m] とし、 R が $\lambda / 16$ [m] 以下であれば適切な測定ができるものとする。

- 1 100 [m]
- 2 200 [m]
- 3 300 [m]
- 4 400 [m]
- 5 500 [m]



A - 20 次の記述は、図に示す電界強度測定器を用いて短波 (HF) 帯の電波の電界強度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。ただし、ループアンテナ及びアンテナ回路 (給電線を含む。) は較正されており、ループアンテナの大きさは波長に比べて十分小さく、アンテナ回路の損失は無視するものとする。また、ループアンテナの実効高は 1 [m] を、測定する電波の電界強度は 1 [V/m] を、受信機の入力電圧及び出力計の電圧は 1 [V] をそれぞれ 0 [dB] とし、減衰器の読みは正とする。

(1) スイッチ SW を a 側に接続して、受信機を測定する電波の周波数に同調させた後、ループアンテナを最高感度の方向に向けて固定する。次に受信機の減衰器を調節して出力計の振れを適当な値 V_0 [dB] にする。このときの減衰器の読みを D_1 [dB]、測定する電波の電界強度を E_x [dB]、受信機の利得を G_r [dB] 及びループアンテナの実効高を H_e [dB] とすれば、 V_0 は、次式で表される。

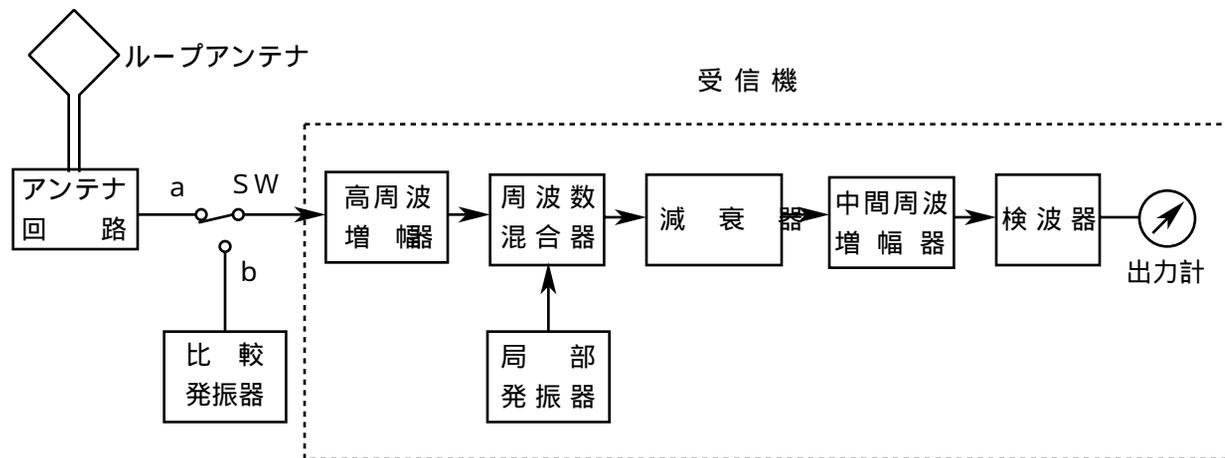
$$V_0 = E_x + H_e + \text{A} \text{ [dB]} \dots\dots$$

(2) スイッチ SW を b 側に接続して、比較発振器の周波数を測定する電波の周波数に合わせ、減衰器を調節して出力計の振れが V_0 [dB] になるようにする。このときの減衰器の読みを D_2 [dB]、比較発振器の出力電圧を V_s [dB] とすれば、 V_0 は、次式で表される。

$$V_0 = V_s + \text{B} \text{ [dB]} \dots\dots$$

(3) 式 及び より、 E_x は、次式から計算できる。

$$E_x = V_s - H_e + \text{C} \text{ [dB]}$$



	A	B	C
1	$G_r - D_1$	$G_r - D_2$	$D_1 - D_2$
2	$G_r - D_1$	$G_r + D_2$	$D_2 - D_1$
3	$G_r - D_1$	$G_r - D_2$	$D_2 - D_1$
4	$G_r + D_1$	$G_r - D_2$	$D_2 - D_1$
5	$G_r + D_1$	$G_r + D_2$	$D_1 - D_2$

B - 1 次の記述は、絶対利得 G (真数) のアンテナの放射電界強度の計算式を求める過程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) 等方性アンテナの放射電力を P_0 [W] とすれば、アンテナから半径 d [m] の距離にある球面を通過して出て行く電波の電力束密度 w は、次式で表される。

$$w = \text{ア} \text{ [W/m}^2\text{]} \dots\dots$$

電界強度が E_0 [V/m]、磁界強度が H_0 [A/m] の電波の電力束密度 p は、自由空間の固有インピーダンスが

$$\text{イ} \text{ [] であるので、次式で表される。}$$

$$p = E_0 H_0 = \text{ウ} \text{ [W/m}^2\text{]} \dots\dots$$

$w = p$ のとき、式 及び より、 E_0 は次式で表される。

$$E_0 = \text{エ} \text{ [V/m]}$$

(2) 絶対利得 G (真数) のアンテナの放射電力を [W] とすれば、このアンテナの最大放射方向の距離 d [m] における放射電界強度 E は、次式で表される。

$$E = \text{オ} \text{ [V/m]}$$

- | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|---|------------------------|---|--------------------------|---|-------------------------|----|--------------------------|
| 1 | 120π | 2 | $\frac{E_0^2}{90\pi}$ | 3 | $\frac{\sqrt{30P_0}}{d}$ | 4 | $\frac{P_0}{4\pi d^2}$ | 5 | $\frac{\sqrt{45GP}}{d}$ |
| 6 | $\frac{P_0}{2\pi d^2}$ | 7 | $\frac{E_0^2}{120\pi}$ | 8 | 90π | 9 | $\frac{\sqrt{30GP}}{d}$ | 10 | $\frac{\sqrt{45P_0}}{d}$ |

B - 2 次の記述は、給電線の諸定数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 一般に用いられている平衡形給電線の特性インピーダンスは、不平衡形給電線の特性インピーダンスより小さい。
- イ 平衡形給電線の特性インピーダンスは、導線の間隔を一定とすると、導線の太さが細くなるほど小さくなる。
- ウ 一般に、特性インピーダンスは周波数に関係しないとして扱うことができる。
- エ 給電線上の波長は、一般に同じ周波数の電波の空間波長より長い。
- オ 伝搬定数の実数部を減衰定数、虚数部を位相定数という。

B - 3 次の記述は、携帯電話機用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) 周波数 1 [GHz] 以上の電波について、人体は損失の □ア□ 誘電体として働くので、頭部のごく近くで使用する携帯電話機から放射される電波は吸収や散乱を起こす。そのため、アンテナの特性が人体の近傍にない場合に比べて変化する。
- (2) 一般の携帯電話機には、 □イ□ 及び内蔵用の板状逆F型アンテナが装備されている場合が多い。送受信兼用の □イ□ の長さは、人体による □ウ□ パターンの変化を軽減するための、1/4 波長より □エ□ 程度にしてある。
- (3) □イ□ と板状逆F型アンテナとによる □オ□ ダイバーシチ受信を行うことで、建物などの反射波による受信時のフェージングの補償ができる。

- | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|-------------|---|----------|---|-------------|----|-----|
| 1 | 定在波 | 2 | 少し長い 3/8 波長 | 3 | 空間 | 4 | ホイップアンテナ | 5 | ある |
| 6 | 放射 | 7 | ない | 8 | スリーブアンテナ | 9 | 少し短い 1/8 波長 | 10 | 周波数 |

B - 4 次の記述は、フェージングの軽減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。

- ア 空間ダイバーシチは、物理的にできるだけ接近させて設置した複数のアンテナの受信信号を合成するか、あるいは最も受信出力が大きくなるアンテナに切り替えて受信する方式である。
- イ 周波数ダイバーシチは、同一内容の信号を複数の異なる搬送周波数で送信し、受信側ではこれらを別々に受信して復調後に合成するか、あるいは最も受信出力が大きくなる周波数に切り替えて受信する方式である。
- ウ 偏波ダイバーシチは、偏波面が互いに 180 度異なる 2 つの受信アンテナの受信信号を合成するか、あるいは受信出力が大きくなる偏波のアンテナに切り替えて受信する方式である。
- エ 角度ダイバーシチは、複数の鋭い指向性を持つアンテナの主ビームが別々の方向を向くように設置された複数のアンテナの受信信号を合成するか、あるいは最も受信出力が大きくなるアンテナに切り替えて受信する方式である。
- オ 受信機の AVC 回路あるいは AGC 回路は選択フェージングを軽減するために有効である。また、SSB 通信方式は同期フェージングを軽減するために有効である。

B - 5 次の記述は、図に示す構成例で同軸給電線の特性インピーダンスを測定する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、給電線は長さ l [m] で無損失とし、受端は短絡するものとする。

(1) 給電線の単位長さ当たりのインダクタンス及び静電容量をそれぞれ L [H/m] 及び C [F/m] とすると、特性インピーダンス Z_0 は、次式で表される。

$$Z_0 = \text{ア} [] \dots\dots$$

位相定数 β は、角周波数を [rad/s] とすれば、 $\beta = \sqrt{LC}$ [rad/m] である。 β を式に代入すれば、次式が成り立つ。

$$Z_0 = \text{イ} [] \dots\dots$$

(2) 高周波発振器の周波数を変化させて f_n [Hz] で電子電圧計の指示が最小になったとき、受端短絡時の入力インピーダンスを Z_s とすると、次の関係式が成り立つ。

$$Z_s = \text{ウ} [] \dots\dots$$

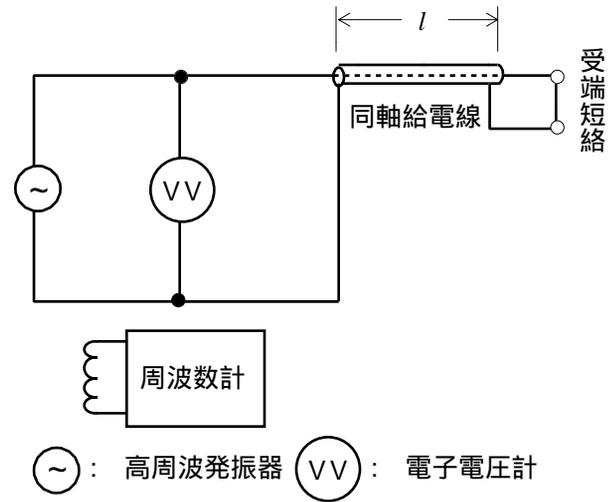
$$\beta l = \text{エ} [\text{rad}] \dots\dots$$

ただし、 $n = 2, 4, 6, \dots\dots$

式、より、 f_n を求めれば、 Z_0 は、

$$Z_0 = \text{オ} [] \dots\dots$$

したがって、周波数計により f_n を測定し、 n を確認すれば、 C 及び l が既知であるとき、 Z_0 を求めることができる。



- | | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------|------------------------|
| 1 $\frac{\beta}{C}$ | 2 $-jZ_0 \cot \beta l$ | 3 $\frac{n}{4f_n C l}$ | 4 $-\frac{n}{3}$ | 5 $\sqrt{\frac{L}{C}}$ |
| 6 $\sqrt{\frac{C}{L}}$ | 7 $\frac{n}{3f_n C l}$ | 8 βL | 9 $-\frac{n}{2}$ | 10 $jZ_0 \tan \beta l$ |

