

(著作権法などにより私用に限定 商用使用は出来ません。複製不許可・非売品)

( Edition : 2025.11 )

# 第一級アマチュア無線技士 無線工学国家試験問題の 解説と解答

2025 年 11 月期出題 HZ711

2025 年 11 月

宇野 孝 JA2ANM

一般社団法人日本アマチュア無線連盟 正員

A - 1 次の記述は、コイルの電気的性質について述べたものである。□内に入るべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) コイルの自己インダクタンスは、コイルの □ A □ に比例する。
- (2) コイルのリアクタンスは、コイルを流れる交流電流の周波数に □ B □ する。
- (3) コイルに流れる交流電流の位相は、加えた電圧の位相に対し 90 度 □ C □ いる。

	A	B	C
1	巻数の 2 乗	比例	遅れて
2	巻数の 2 乗	比例	進んで
3	巻数の 2 乗	反比例	進んで
4	巻数	比例	遅れて
5	巻数	反比例	遅れて

答：1

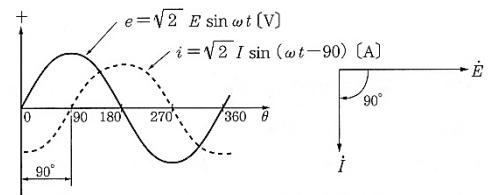
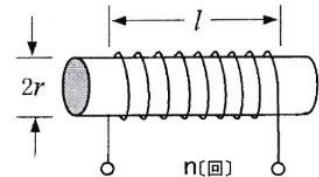
[解説]

(1) コイルの自己インダクタンス  $L[H]$  は、 $L = \frac{\mu n^2 \pi r^2}{l} [H]$  から

求める(右図)。この式から、コイルの自己インダクタンス  $L$  は、  
コイルの巻き数 ( $n$ ) の二乗に比例する。

(2) コイルのリアクタンス  $X_L[\Omega]$  は、 $X_L = \omega L = 2\pi f L$   
であり、周波数  $f$  に比例する。

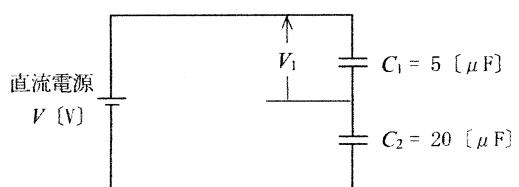
(3) コイルに流れる交流電流の位相は、加えた電圧の位相  
に対し 90 度 ( $\frac{\pi}{2}$  [rad]) 遅れる。L に流れる交流の  
E と I の関係を右に示す。



[参考]  $\pi r^2 [m^2] =$  半径  $r [m]$  のコイルの断面積

A - 2 図に示す回路において、二つの静電容量  $C_1$  及び  $C_2$  に蓄えられる静電エネルギーの総和が 32 [ $\mu J$ ] であるときの、 $C_1$  の両端の電圧  $V_1$  の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 1.6 [V]
- 2 2.4 [V]
- 3 3.2 [V]
- 4 4.0 [V]



・題与のコンデンサ  $C_1$  と  $C_2$  による直列接続合成静電容量を  $C$  とすれば、

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{5} + \frac{1}{20} = \frac{4+1}{20} = \frac{5}{20} \Rightarrow C = 4[\mu F]$$

- コンデンサに蓄えられるエネルギー  $W$  は、 $W = \frac{1}{2}CV^2 [J]$  であるから、題与の  $32[\mu J]$  および上に求めた  $C = 4[\mu F]$  をこの式に代入すれば、 $32 = \frac{1}{2} \times 4 \times V^2 \Rightarrow V^2 = 16 \Rightarrow V = 4[V]$
- 上に求めた  $C = 4[\mu F]$  と  $V = 4[V]$  を  $Q = CV$  に代入すれば、

$$Q = 4 \times 4 = 16[\mu C] \quad \text{静電誘導により } C_1 \text{ の電荷も } 16 [\mu C] \text{ であるから、} V_1 = \frac{Q}{C_1} \text{ に代入すれば、}$$

$$V_1 = \frac{16}{5} = 3.2[V]$$

答：3

[別解-1]

$$\cdot V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{Q}{5} \quad V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{Q}{20} \quad V = V_1 + V_2 = \frac{Q}{5} + \frac{Q}{20} = \frac{5Q}{20} \quad \text{上述から } V = 4 [V]$$

$$\Rightarrow \frac{5Q}{20} = 4 \Rightarrow Q = 16 \quad \text{これを } V_1 = \frac{Q}{C_1} \text{ に代入すれば } V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{16}{5} = 3.2[V]$$

[別解-2]

$$\cdot \text{静電誘導により } C_1 \text{ と } C_2 \text{ には同じ電荷 } Q \text{ が蓄えられるから } Q = C_1 V_1 \quad Q = C_2 V_2$$

$$\therefore C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow 5V_1 = 20V_2 \Rightarrow V_1 = 4V_2 \Rightarrow \frac{1}{4}V_1 = V_2$$

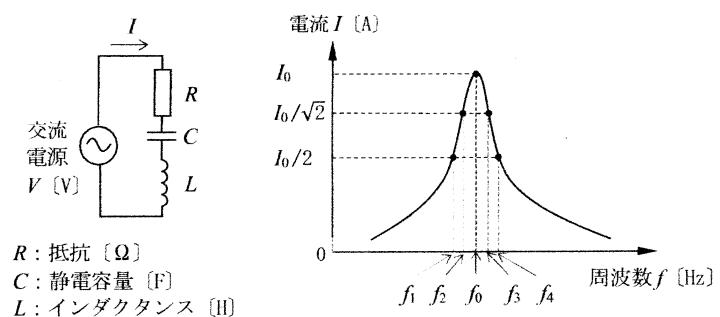
$$\cdot \text{上記から } V = 4[V] \quad V_1 + V_2 = 4 \text{ に } \frac{1}{4}V_1 = V_2 \text{ を代入すれば、} V_1 + \frac{1}{4}V_1 = 4 \Rightarrow \frac{5}{4}V_1 = 4$$

$$\Rightarrow V_1 = 4 \times \frac{4}{5} = \frac{16}{5} \quad V_1 = 3.2[V]$$

A - 3 次の記述は、図に示す直列共振回路の周波数特性について述べたものである。□内に入るべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、共振周波数を  $f_0$  [Hz] とし、そのとき回路に流れる電流  $I$  を  $I_0$  [A] とする。また、 $I$  が  $I_0/2$  となる周波数を  $f_1$  及び  $f_4$  [Hz] ( $f_1 < f_4$ )、 $I_0/\sqrt{2}$  となる周波数を  $f_2$  及び  $f_3$  [Hz] ( $f_2 < f_3$ ) とする。

- (1) 共振周波数  $f_0$  は □ A で表され、そのときの  $I_0$  は □ B となる。
- (2) 回路の尖鋭度  $Q$  は、 $Q = □ C$  で表される。

	A	B	C
1	$\frac{\sqrt{LC}}{2\pi}$	$\frac{V}{R}$	$\frac{f_0}{f_4 - f_1}$
2	$\frac{\sqrt{LC}}{2\pi}$	$V\sqrt{\frac{C}{L}}$	$\frac{f_0}{f_3 - f_2}$
3	$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$\frac{V}{R}$	$\frac{f_0}{f_3 - f_2}$
4	$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$V\sqrt{\frac{C}{L}}$	$\frac{f_0}{f_4 - f_1}$
5	$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$\frac{V}{R}$	$\frac{f_0}{f_4 - f_1}$



答：3

[解説]

(1) 題与の回路のインピーダンス  $Z$  は、 $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$  で表され、共振時リアクタンス分が

$$0 \text{ となるから題与の回路の共振周波数を } f_0 \text{ とすれば、} \omega L - \frac{1}{\omega C} = 0 \Rightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C} \\ \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \therefore \omega = 2\pi f_0$$

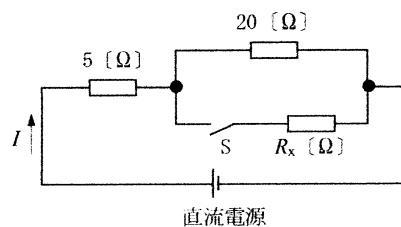
$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2} \Rightarrow \text{共振時 } \omega L - \frac{1}{\omega C} = 0 \text{ から } Z = \sqrt{R^2} = R \text{ から } I_0 = \frac{V}{Z} = \frac{V}{R}$$

(2) 共振周波数  $f_0$  から  $\Delta f$  だけずれ、信号エネルギーが  $f_0$  におけるエネルギーの  $1/2$  となる上限周波

数  $f_3$  および下限周波数  $f_2$  を想定（題与図）したとき、先鋭度  $Q$  は、 $Q = \frac{f_0}{f_3 - f_2}$  で表される。

A - 4 図に示す直流回路において、スイッチ S を開いたとき、直流電源から  $I$  [A] の電流が流れた。S を閉じたとき直流電源から  $3I$  [A] の電流を流すための抵抗  $R_x$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 4 [Ω]
- 2 6 [Ω]
- 3 8 [Ω]
- 4 12 [Ω]
- 5 24 [Ω]



・ S が開のときの直流電源電圧を  $E$  とすれば、電流  $I$  は、 $I = \frac{E}{5+20} = \frac{E}{25}$  [A]

・ S を閉じたとき、 $20[\Omega]$  と  $R_x$  は、並列接続ゆえその合成抵抗  $R'$  は、 $\frac{1}{R'} = \frac{1}{20} + \frac{1}{R_x}$

$$\frac{1}{R'} = \frac{R_x+20}{20R_x} \Rightarrow R' = \frac{20R_x}{R_x+20} \quad \text{従って、回路全体の抵抗 } R \text{ は、} R = 5 + R' \Rightarrow R = 5 + \frac{20R_x}{R_x+20}$$

・ 題意から、上述で得られた合成抵抗  $R$  に流れる電流  $I'$  は、 $I' = \frac{E}{R}$  題意から  $I' = 3I$  ゆえ、

$$3I = \frac{E}{R} \Rightarrow 3 \times \frac{E}{25} = \frac{E}{R} \Rightarrow \frac{3}{25} = \frac{1}{R} \Rightarrow 3R = 25 \Rightarrow R = \frac{25}{3} \Rightarrow 5 + \frac{20R_x}{R_x+20} = \frac{25}{3}$$

$$\frac{20R_x}{R_x+20} = \frac{25}{3} - \frac{15}{3} = \frac{10}{3} \Rightarrow 60R_x = 10R_x + 200 \quad 50R_x = 200 \Rightarrow R_x = 4 [\Omega]$$

答： 1

[別解]

・ S が開のときの直流電源電圧を  $E$  とすれば、 $E = I(5 + 20) = 25I$

・ S を閉じたとき、回路の  $20[\Omega]$  と  $R_x$  は、並列接続ゆえその合成抵抗  $R'$  は、 $\frac{1}{R'} = \frac{1}{20} + \frac{1}{R_x}$

$$\frac{1}{R'} = \frac{R_x + 20}{20R_x} \Rightarrow R' = \frac{20R_x}{R_x + 20} \quad \text{従って、回路全体の抵抗 } R \text{ は、} R = 5 + R' \Rightarrow R = 5 + \frac{20R_x}{R_x + 20}$$

・題意により、R を流れる電流は、 $3I$  ゆえ  $E = 3IR \Rightarrow 25I = 3IR \Rightarrow R = \frac{25}{3}$

・上で求めた R を代入すれば、 $5 + \frac{20R_x}{R_x + 20} = \frac{25}{3} \Rightarrow \frac{20R_x}{R_x + 20} = \frac{25}{3} - 5 \Rightarrow \frac{20R_x}{R_x + 20} = \frac{10}{3}$

$$\Rightarrow 60R_x = 10R_x + 200 \Rightarrow 50R_x = 200 \Rightarrow R_x = 4[\Omega]$$

A - 5 次の記述は、フォトトランジスタの一般的な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 発光ダイオードと組合せて一つのパッケージに入れたフォトカプラは、入力側と出力側を絶縁することができる。
- 2 フォトトランジスタに他のトランジスタをダーリントン接続したものを使用すると、単体のフォトトランジスタに比べて大きな電流を制御できる。
- 3 増幅作用があるので、フォトダイオードの光電流より大きな電流が取り出せる。
- 4 応答速度は、フォトダイオードより速い。
- 5 ベースに電極を設げず 2 端子素子として使用することができる。

答： 4

#### [解説]

フォトトランジスタは、フォトダイオードよりも応答速度が遅い。応答速度は、トランジスタの CB 間接合容量と負荷抵抗により決まる。フォトダイオードの場合は、外付け増幅回路が必要であり、これが応答速度に影響する。

A - 6 次の記述は、サーミスタ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。

サーミスタは、マンガン、ニッケル、コバルト、チタン酸バリウムなどの酸化物を混合して焼結したもので、温度が変化すると □ A □ が変化し、その変化率は金属に比べて非常に □ B □ 。この性質を利用して □ C □ センサや回路の温度特性の補償素子などに用いられている。

	A	B	C
1	誘電率	大きい	湿度
2	誘電率	小さい	温度
3	抵抗値	小さい	湿度
4	抵抗値	大きい	湿度
5	抵抗値	大きい	温度

答： 5

A - 7 次の記述は、図 1 に示すように、電気的特性が同一のダイオード D を二つ直列に接続した回路の電圧と電流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、D は図 2 の②の特性を持つものとする。

- (1) 回路の直流電圧を  $V$  [V] (電流  $I > 0$ ) とすれば、一つの D に加わる電圧  $V_D$  は □ A [V] である。
- (2)  $V$  が □ B [V] 以下であれば、回路に流れる  $I$  は零(0)である。
- (3)  $V$  が 1.6 [V] の場合の  $I$  は約 □ C [mA] である。
- (4) 図 2 の②が常温における特性であるとき、一般に D の温度が上昇した場合の特性は図 2 の □ D のようになる。

	A	B	C	D
1	$V$	0.6	20	③
2	$V$	1.2	10	③
3	$V/2$	0.6	10	①
4	$V/2$	1.2	20	③
5	$V/2$	1.2	20	①

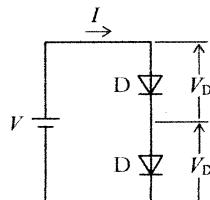


図 1

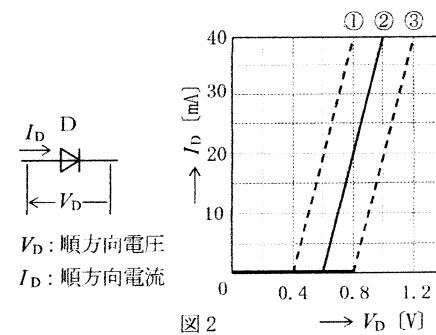


図 2

答： 5

[解説]

- (1) 直列接続の 2 個の D に  $V$  [V] 掛かっているから、1 個では  $V/2$  [V] となる。
- (2) 図 2 から D は、 $V_D=0.6$  [V] まで  $I_D$  が流れないから、直列 2 個の D では 1.2 [V] までは  $I_D$  は零 (0) である。
- (3)  $V=1.6$  [V] のとき、1 個の D に掛かる電圧は 0.8 [V] ゆえ、この時の電流は 20 [mA]
- (4) 一般に D の温度が上昇すれば、 $V_D$  が低下する傾向にあるから、①の特性になる。

A - 8 ある增幅回路において、入力電圧が 4 [mV] のとき、電圧利得が 54 [dB] であった。このときの出力電圧の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.3$  とする。

- 1 0.5 [V]      2 2.0 [V]      3 3.5 [V]      4 5.0 [V]      5 6.5 [V]

$$54 = 20 \log_{10} \frac{E}{4 \times 10^{-3}} \Rightarrow 2.7 = \log_{10} \frac{E}{4 \times 10^{-3}}$$

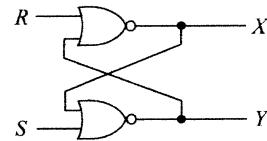
$$2.7 = 3 - .03 = 3 \log_{10} 10 - \log_{10} 2 = \log_{10} \frac{10^3}{2} = \log_{10} 500 \Rightarrow \log_{10} 500 = \log_{10} \frac{E}{4 \times 10^{-3}}$$

$$\Rightarrow 500 = \frac{E}{4 \times 10^{-3}} \Rightarrow E = 500 \times 4 \times 10^{-3} = 2000 \times 10^{-3} = 2[V]$$

答： 2

A - 9 図に示す論理回路において、入力  $(R, S) = (0, 1)$  を与えたとき、出力  $(X, Y) = (1, 0)$  の状態となった。その後、入力  $(R, S)$  を  $(0, 0) \rightarrow (1, 0) \rightarrow (0, 0)$  と変化させたとき、最終の出力  $(X, Y)$  の値として正しいものを下の番号から選べ。ただし、正論理とする。

- 1  $X = 1, Y = 0$
- 2  $X = 1, Y = 1$
- 3  $X = 0, Y = 0$
- 4  $X = 0, Y = 1$



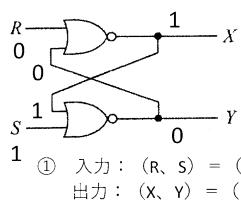
$$\text{入力 } (R, S) = (0, 1) \quad \dots \cdot \textcircled{1}$$

$$(R, S) = (0, 0) \quad \dots \cdot \textcircled{2}$$

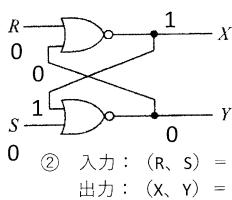
$$(R, S) = (1, 0) \quad \dots \cdot \textcircled{3}$$

$$(R, S) = (0, 0) \quad \dots \cdot \textcircled{4}$$

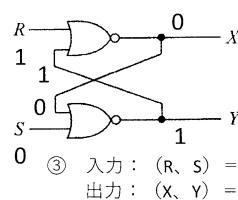
の順に入力  $\Rightarrow$  出力を辿れば次図の通りとなる。



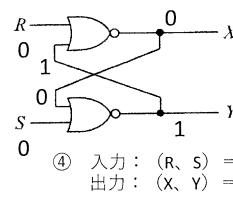
① 入力：  $(R, S) = (0, 1)$   
出力：  $(X, Y) = (1 : 0)$



② 入力：  $(R, S) = (0, 0)$   
出力：  $(X, Y) = (0 : 0)$



③ 入力：  $(R, S) = (1, 0)$   
出力：  $(X, Y) = (0 : 1)$



④ 入力：  $(R, S) = (0, 0)$   
出力：  $(X, Y) = (0 : 0)$

以上から出力  $(X, Y) = (0, 1)$  となる。

答： 4

A - 10 AM(A3E)送信機において、無変調時の電力が  $100 \text{ [W]}$  の搬送波を、単一の正弦波信号で変調したとき、送信機出力の被変調波の平均電力を  $132 \text{ [W]}$  であった。このときの変調度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 50 [%]
- 2 60 [%]
- 3 70 [%]
- 4 80 [%]
- 5 90 [%]

無変調時の電力を  $P_C$ 、被変調波の平均電力を  $P_m$ 、変調度を  $M$  とすれば、 $P_m = P_C(1 + \frac{M^2}{2})$ 。

$$\text{題与の諸元をこの式に代入すれば、 } 132 = 100 \left(1 + \frac{M^2}{2}\right) \Rightarrow \frac{132}{100} = 1 + \frac{M^2}{2} \Rightarrow \frac{M^2}{2} = 1.32 - 1$$

$$\Rightarrow M^2 = 0.64 \Rightarrow M = 0.8 \Rightarrow M = 80[\%]$$

答： 4

A - 11 次の記述は、周波数変調(F3E)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。ただし、最大周波数偏移を $f_d$  [kHz]、信号波の最高周波数を $f_s$  [kHz]とし、変調指数 $m_f$ は $1 < m_f < 10$ とする。

- (1) 占有周波数帯幅 $B$  [kHz]は、□Aで表される。
- (2) 変調指数 $m_f$ は、□Bで表される。
- (3) 空中線電力は、変調(入力)信号の振幅の大きさによって変化□C。

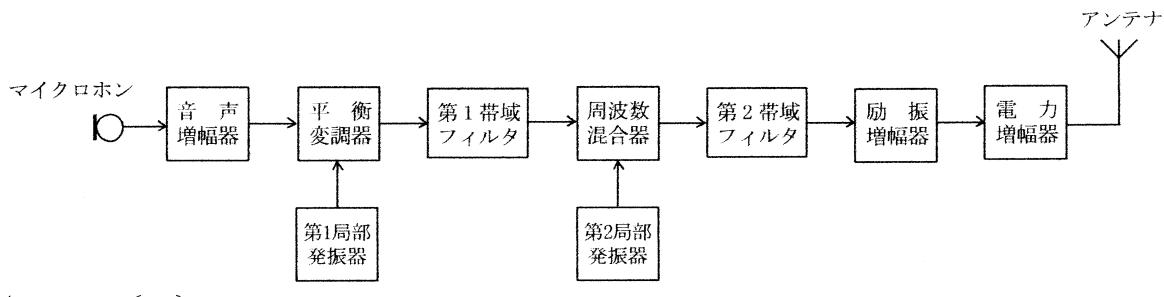
	A	B	C
1	$B \doteq (f_d + f_s)/2$	$m_f = f_d/f_s$	する
2	$B \doteq (f_d + f_s)/2$	$m_f = f_d f_s$	しない
3	$B \doteq 2(f_d + f_s)$	$m_f = f_d f_s$	する
4	$B \doteq 2(f_d + f_s)$	$m_f = f_d/f_s$	しない

答：4

### [解説]

- (1) 周波数変調波の占有周波数帯幅 $B$  [kHz]は、搬送波の最大周波数偏移を $f_d$  [kHz]とし、変調信号波の最高周波数を $f_s$  [kHz]とすれば、 $B \doteq 2(f_d + f_s)$ で表される。ただし、 $1 < \text{変調指数} < 10$ とする。
- (2) 変調指数 $m_f$ は、 $m_f = \frac{\text{搬送波の最大周波数偏移 : } f_d}{\text{変調信号波の最高周波数 : } f_s}$ で表される。
- (3) 周波数変調波の振幅は、入力信号波の振幅が変動しても一定ゆえ全電力で変化しない。

A - 12 図に示すSSB(J3E)送信機の構成例において、第1帯域フィルタの出力として中心周波数4,500 [kHz]の上側波帶(USB)が現れ、第2帯域フィルタの出力として中心周波数7,055 [kHz]の下側波帶 LSB)が現れた。第2局部発振器の発振周波数の値として、正しいものを下の番号から選べ。



- 1 2,555.0 [kHz]
- 2 2,556.5 [kHz]
- 3 11,555.0 [kHz]
- 4 11,556.5 [kHz]
- 5 18,730.0 [kHz]

- ・ 第2局部発振周波数 $f_{L2}$ は、 $f_{L2} = f_1 + f_2$  (USB)
- ・ 第1帯域フィルタ出力中心周波数 $f_1 = 4,500$  [kHz]  
第2帯域フィルタ出力中心周波数 $f_2 = 7,055$  [kHz]
- ・  $f_{L2} = 4,500 + 7,055 = 11,555.0$  [kHz]

答：3

A - 13 次の記述は、受信機の各種現象等について述べたものである。このうち FM(F3E)受信機のスレッショルドレベル(限界レベル)の一般的な特徴について述べているものを下の番号から選べ。

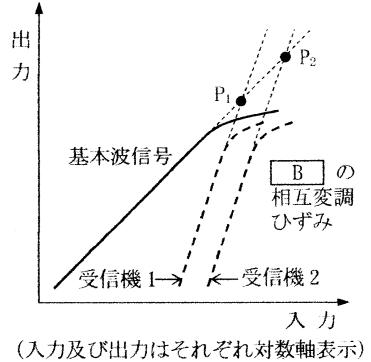
- 1 受信帯域外の2波以上の強力な電波が受信機に加わると、各々の周波数の和及び差を周波数とする信号が発生し、この信号が希望信号又は中間周波数と一致すると妨害を受ける。このときの受信帯域外の電波の受信機入力レベルをいう。
- 2 受信機の入力レベルを小さくしていくと、ある値から急激に出力の信号対雑音比(S/N)が低下する現象が現れる。このときの受信機入力レベルをいう。
- 3 受信帯域外に強大なレベルの妨害波が出現した場合、希望信号の出力レベルが低下する現象が現れる。この現象の起こる妨害波の受信機入力レベルをいう。
- 4 受信機から副次的に発する電波が、他の無線設備の機能に支障を与えない限度のレベルをいう。

答： 2

A - 14 次の記述は、受信機の高周波增幅回路に要求される条件について述べたものである。□内に入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) 高周波增幅回路には、使用周波数帯域での利得が高いこと、発生する内部雑音が小さいこと、回路の□Aによって生じる相互変調ひずみによる影響が少ないことが要求される。
- (2) また、高周波增幅回路において有害な影響を与える□Bの相互変調ひずみについては、回路に基本波信号のみを入力したときの入出力特性を測定し、次に基本波信号とそれぞれ周波数の異なる二信号を入力したときに生じる□Bの相互変調ひずみの入出力特性を測定する。
- (3) (2)の測定において、基本波信号の特性が同一の受信機1及び2の□B相互変調ひずみ特性が図に示すとおりのとき、それぞれの直線部分を延長した線の交点P<sub>1</sub>及びP<sub>2</sub>の□Cポイントが求められ、增幅回路がどのくらい大きな不要信号に耐えて使えるかの目安となる。図において、相互変調ひずみに強いのはP<sub>2</sub>の交点を持つ受信機と言える。

	A	B	C
1	直線性	第2次	コンプレッション
2	直線性	第3次	コンプレッション
3	非直線性	第2次	インターフェト
4	非直線性	第3次	コンプレッション
5	非直線性	第3次	インターフェト



答： 5

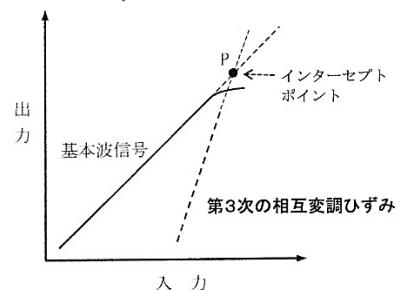
### [解説]

(1) 高周波增幅回路には、

- ① 使用周波数帯域での電力利得が高いこと、発生する内部雑音が小さいこと、
- ② 回路の非直線性によって生ずる相互変調歪みによる影響が少ないとなどが要求される。

(2) 高周波增幅回路において有害な影響を与える第3次の相互変調ひずみについては、

- ① 回路に基本波信号のみを入力したときの入出力特性を測定する。
- ② 基本波信号およびこれと周波数の異なる信号の二信号を入力したときに生ずる第3次の相互



変調ひずみの入出力値を測定し、これをグラフ化する（上図）。

- (3) (2) の測定から図に示すようにそれぞれの直線部分を延長した線の交点 P（インターフェーストボイント）を求めれば、この数値の高さにより增幅回路の不要信号に対する強さを評価することが出来る。インターフェーストボイントの数値が高いほど大きな不要信号に耐えられる増幅回路となる。従って、P<sub>1</sub> よりも P<sub>2</sub> の方がインターフェーストボイントの数値が高く相互変調ひずみに強いといえる。

A - 15 次の記述は、アマチュア局の24 [MHz] 帯以下の周波数帯において使用される周波数偏移(F1B)通信(RTTY)の一般的な動作原理等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 発射される電波は、電信符号のマークとスペースに対応して、発射電波の中心周波数を基準にそれぞれ正又は負へ一定値だけ偏移させる。
- 2 マークとスペースの切替え(偏移)は、搬送波を直接キーイングする FSK(Frequency Shift Keying)方式や、可聴周波数によりキーイングした信号を、SSB送信機のマイクロホン端子等に入力して送信する AFSK(Audio Frequency Shift Keying)方式があり、一般的には AFSK 方式の方が発射する電波の占有周波数帯幅が広がりにくい。
- 3 マークかスペースのどちらかの周波数を固定し、他方の周波数の偏移量を大きくするほど信号対雑音比(S/N)が改善されるが、占有周波数帯幅は広くなる。
- 4 電波は、電信符号のマークかスペースのどちらかが常に発射されているため、受信機側においては AGC が有効に動作し、周期性フェージングの影響を軽減できる。
- 5 復調は、2個の帯域フィルタ(BPF)によりマークとスペースを分離する方法があるが、近年ではコンピュータのソフトウェアによる復調が使われることが多い。

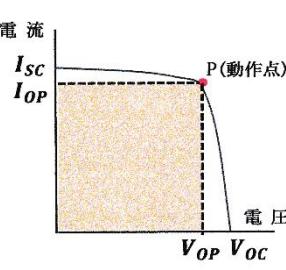
答： 2

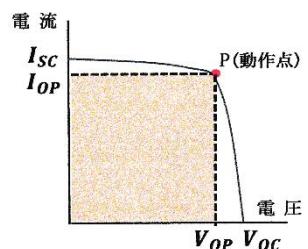
A - 16 次の記述は、シリコン太陽電池の一般的な特徴について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 シリコン太陽電池の単結晶パネルは、多結晶パネルより発電効率が高い。
- 2 シリコン太陽電池には、発電した電力を蓄える蓄電機能はない。
- 3 太陽光などの入射光量が減少すると、短絡電流の変化は小さいが、開放電圧が大きく低下する。
- 4 シリコン太陽電池は、電池パネル面(pn接合部)の温度上昇に伴い、変換効率が低下する。
- 5 太陽電池の素子に太陽光などの光を照射すると、pn接合部で光は吸収され、そのエネルギーにより電子とホールが励起され、p側が正(+)、n側が負(-)に帶電する。

答： 3

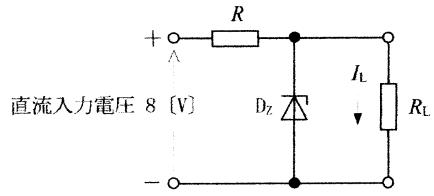
[解説]

- ・ 短絡電流  $I_{SC}$ ：太陽電池が直接短絡された状態における電流。
- ・ 開放電圧  $V_{OC}$ ：太陽電池の端子間に何も接続しない開放時の電圧。
- ・ 動作点 P：太陽電池から出力を取り出す点 ( $P = V_{OP} \times I_{OP}$ )
- ・ 太陽電池の出力は、右図  面積 ( $P = V_{OP} \times I_{OP}$ ) が最大となる点を動作点 P として設定する。



A - 17 図に示すツェナーダイオード  $D_z$  を用いた定電圧回路の、安定抵抗  $R$  の値及び負荷抵抗  $R_L$  に流し得る電流  $I_L$  の最大値  $I_{L\max}$  の組合せとして、適切なものを下の番号から選べ。ただし、直流入力電圧は 8 [V]、ツェナーダイオード  $D_z$  の規格はツェナーダイオードの電圧が 4 [V]、許容電力が 1 [W] とする。また、 $R$  の許容電力は十分大きいものとする。

$R$	$I_{L\max}$
1 16 [ $\Omega$ ]	250 [mA]
2 16 [ $\Omega$ ]	500 [mA]
3 32 [ $\Omega$ ]	250 [mA]
4 32 [ $\Omega$ ]	500 [mA]
5 64 [ $\Omega$ ]	500 [mA]



- 題与のツェナーダイオード  $D_z$  の規格により  $D_z$  に流し得る最大電流  $I_Z$ [A] は、 $I_Z = \frac{P}{V_z}$  から求める。

但し、P : ツェナーダイオードの許容電力[W]、 $V_z$  : ツェナーダイオードの電圧[V] とする。

$$\text{題与の諸元を上式に代入すれば、} I_Z = \frac{P}{V_z} = \frac{1}{4} = 0.25[\text{A}]$$

- 題意から、安定抵抗  $R$  の抵抗値  $R[\Omega]$  は、 $R = \frac{\text{入力電圧}-\text{ツェナーダイオードの電圧}}{D_z \text{の最大電流 } I_Z} = \frac{8-4}{0.25} = 16[\Omega]$
- 負荷抵抗  $R_L$  に流し得る電流  $I_L$  の最大値  $I_{L\max}$  は、 $I_Z[A]$  に等しく、0.25[A] になる。

答： 1

A - 18 次の記述は、ターンスタイルアンテナについて述べたものである。□ 内に入るべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、波長を  $\lambda$  [m] とする。

- (1) ターンスタイルアンテナは、図 1 に示すように 2 つの半波長ダイポール  $a-a'$  及び  $b-b'$  が大地に平行で、かつ中心で直交する構造となっている。
- (2) 図 2 に示す給電例において、送受信機から  $75 [\Omega]$  の同軸ケーブルで給電するとき、インピーダンス整合のための Q 形変成器は、□ × 波長短縮率の長さの  $50 [\Omega]$  の同軸ケーブルを使用し、 $90^\circ$  の位相差を持たせるための整合器(位相ランイン)は、□ × 波長短縮率の長さの  $75 [\Omega]$  の同軸ケーブルを使用する。
- (3) 水平面指向特性はほぼ全方向であり、水平面のアンテナ利得は、半波長ダイポールアンテナの約 □ 倍(真数)である。
- (4) アマチュア局においては、垂直面指向特性を利用するため、同じ構造のものに反射器や導波器を設けて、衛星通信に使用されることがある。

A	B	C
1 $\lambda/2$	$\lambda/2$	2
2 $\lambda/2$	$\lambda/4$	$1/2$
3 $\lambda/4$	$\lambda/2$	2
4 $\lambda/4$	$\lambda/4$	$1/2$
5 $\lambda/4$	$\lambda/2$	$1/2$

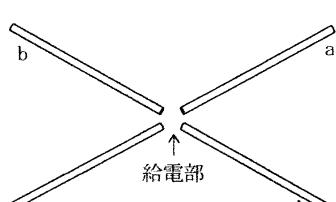


图 1

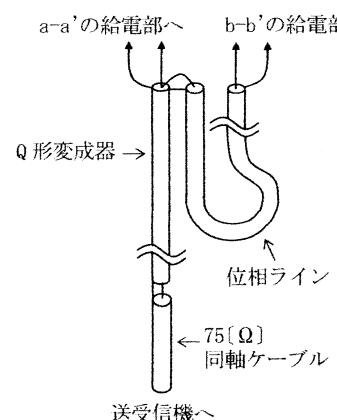


图 2

答： 4

[参考]

同軸ケーブルの波長短縮率：波長短縮率＝伝送線路上の電磁波の波長÷真空中の電磁波の波長。

同軸ケーブルの波長短縮率は、芯線と外部導体の間の絶縁材（充実ポリエチレン、発泡ポリエチレン、テフロンなど）により決まる。

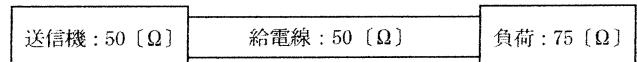
5D-2V、8D-2Vなどの充実ポリエチレンを使用した同軸給電線の場合は約67%、発泡ポリエチレンの場合約88%。詳しくはケーブルメーカーの資料参照。

短縮率を考慮しながら若干長めに同軸給電線を切断し、同軸給電線の先端の芯線と外部導体を短絡させ、開放端に高周波源及びSWR測定器を接続し、所定周波数を同軸給電線に供給し、その時のSWRを測定する。SWRを測定しながら同軸給電線の長さを切り詰め、 $SWR=1$ にする。この時の同軸給電線の長さが、波長短縮率を反映した給電線長となる。

同軸給電線は、どの長さでもインピーダンスは変わらないが、負荷（アンテナ）インピーダンスを同軸ケーブルインピーダンスに整合させなければ定在波が発生し、同軸給電線からの不要輻射、送信電力損につながる。

A - 19 特性インピーダンスが50[Ω]の無損失給電線の負荷として75[Ω]の純抵抗を接続したとき、線路上の電圧反射係数、電圧定在波比(VSWR)及びリターンロス[dB]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、送信機と給電線は、整合しているものとし、 $\log_{10}2 = 0.3$ とする。

電圧反射係数	VSWR	リターンロス[dB]
1 0.2	1.5	14
2 0.2	1.5	16
3 0.2	2.0	14
4 0.5	1.5	12
5 0.5	2.0	12



$$\text{電圧反射計数 } \gamma \text{ は、 } \gamma = \frac{Z_R - Z_0}{Z_R + Z_0} = \frac{75 - 50}{75 + 50} = \frac{25}{125} = \frac{1}{5} = 0.2 \quad VSWR = \frac{1+\gamma}{1-\gamma} = \frac{1.2}{0.8} = 1.5 \quad (\gamma \leq 1)$$

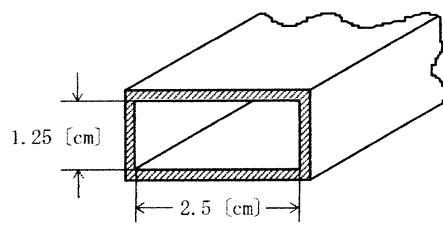
$$\text{return loss} = 20\log_{10} \frac{VSWR + 1}{VSWR - 1} = 20\log_{10} \frac{1.5 + 1}{1.5 - 1} = 20\log_{10} \frac{2.5}{0.5} = 20\log_{10} 5 = 20\log_{10} \frac{10}{2}$$

$$\Rightarrow \text{return loss} = 20(\log_{10} 10 - \log_{10} 2) = 20(1 - 0.3) = 14[\text{dB}]$$

答： 1

A - 20 図に示す方形導波管の  $TE_{10}$  波の遮断周波数の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 4 [GHz]
- 2 6 [GHz]
- 3 9 [GHz]
- 4 10 [GHz]
- 5 12 [GHz]



$$\text{導波管の遮断周波数 } f_c \text{ は、 } f_c = \frac{V_c}{2a} = \frac{3 \times 10^{10}}{5} = 0.6 \times 10^{10} = 6 \text{ [GHz]} \quad (1G=1 \times 10^9)$$

但し、 $V_c$ ：光の速度（300,000 [m/s]）、 $a$ ：方形導波管の長辺の内法 [cm]

答： 2

A - 21 次の記述は、電離層伝搬において発生する障害について述べたものである。□ 内に入るべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) D層を突き抜けてF層で反射する電波は、D層の電子密度等によって決まる減衰を受ける。太陽の表面で爆発が起きると、多量のX線などが放出され、このX線などが地球に到來すると、D層の電子密度を急激に[A]させるため、短波(IHF)帯の通信が、太陽に照らされている地球の半面で突然不良になったり、又は受信電界強度が低下したりすることがある。このような現象を[B]という。この現象が発生すると、短波(IHF)帯における通信が最も大きな影響を受ける。
- (2) これらの障害が発生したときの電離層における減衰は、使用周波数の[C]にはほぼ反比例するので、高い周波数に切り替えて通信を行うなどの対策がとられている。

A	B	C
1 増加	デリンジャー現象	2乗
2 増加	デリンジャー現象	3乗
3 增加	磁気嵐	2乗
4 減少	磁気嵐	2乗
5 減少	磁気嵐	3乗

答： 1

A - 22 半波長ダイポールアンテナに対する相対利得 7 [dB]、地上高 20 [m] の送信アンテナに、周波数 150 [MHz] で 5 [W] の電力を供給して電波を放射したとき、最大放射方向で送信点から 20 [km] 離れた平面大地上の受信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、受信アンテナの地上高は 10 [m] とし、受信点の電界強度  $E$  は、次式で与えられるものとする。また、アンテナの損失はないものとし、 $\log_{10} 2 = 0.3$  とする。

$$E = E_0 \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d} \quad [\text{V/m}]$$

$E_0$  : 送信アンテナによる直接波の電界強度 [V/m]  
 $h_1, h_2$  : 送、受信アンテナの地上高 [m]  
 $\lambda$  : 波長 [m]  
 $d$  : 送受信点間の距離 [m]

- 1 44 [ $\mu$  V/m]
- 2 88 [ $\mu$  V/m]
- 3 110 [ $\mu$  V/m]
- 4 132 [ $\mu$  V/m]
- 5 220 [ $\mu$  V/m]

・題与式の  $E_0$  は、 $E_0 = \frac{7\sqrt{GP}}{d}$  から求める。G は、相対利得の真数であるから 7 [dB] を真数に変換す

$$\text{れば、 } 7 = 10 \log_{10} G \Rightarrow 0.7 = \log_{10} G \quad 0.7 = 1 - 0.3 = \log_{10} 10 - \log_{10} 2 = \log_{10} \frac{10}{2} = \log_{10} 5$$

$\therefore \log_{10} 5 = \log_{10} G \Rightarrow G = 5$

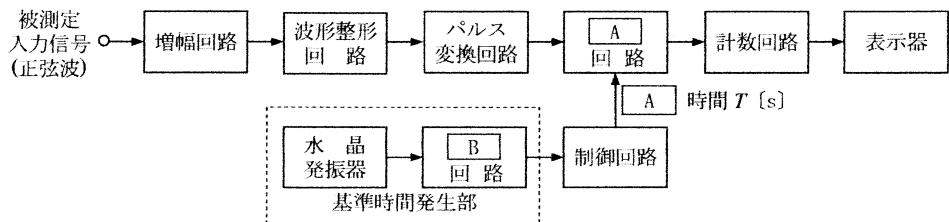
$$E_0 = \frac{7\sqrt{5 \times 5}}{20 \times 10^3} \Rightarrow E_0 = \frac{35}{20 \times 10^3}$$

・波長  $\lambda$  は、  $\lambda = \frac{300}{150} = 2[m]$  以上を題与式に代入すれば、

$$E = \frac{35}{20 \times 10^3} \times \frac{4 \times 3.14 \times 20 \times 10}{2 \times 20 \times 10^3} = \frac{35 \times 4 \times 3.14}{4 \times 10^6} = \frac{439.6}{4 \times 10^6} = 109.9 \times 10^{-6} \approx 110[\mu\text{V}/\text{m}]$$

答 3

A - 23 次の記述は、図に示す構成の計数式周波数計(周波数カウンタ)の動作原理について述べたものである。□内に入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。



- (1) 被測定入力信号は、その信号と同一の繰り返し周期のパルス列に変換され、一定時間だけ開いた□A回路を通過したパルスが計数回路で数えられ、周波数として表示される。
- (2) 水晶発振器と□B回路による基準時間発生部で正確な周期のパルスが作られ、制御回路への入力となる。□A時間  $T$  が 1 [s] のときは、計数回路でのカウント数がそのまま周波数 [Hz] の表示となる。
- (3) 測定誤差としては、水晶発振器の確度による誤差のほか、制御回路の出力信号と通過パルスの時間的位置関係から生じる□C誤差などがある。

A	B	C
1 D-A 変換	分周	トリガ
2 D-A 変換	平衡変調	± 1 カウント
3 ゲート	平衡変調	トリガ
4 ゲート	分周	± 1 カウント
5 ゲート	分周	トリガ

答： 4

A - 24 次の記述は、アンテナ系に関する一般的な測定の種類と測定方法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。

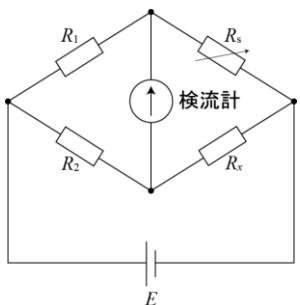
- 1 アンテナ利得の測定では、被測定アンテナを送信アンテナとするか、又は受信アンテナにするかの二つの方法があるが、測定条件同じにすると、ほぼ同様な結果が得られる。
- 2 接地抵抗の測定では、大地の成極作用(一定の直流電圧を加えたとき時間とともに電流が変化する現象)により生じる誤差を防ぐため、直流ブリッジの測定器を用いる。
- 3 給電線上の定在波比の測定では、定在波測定器による方法や送信機と給電線の間に方向性結合器を挿入して給電線上の入射波成分と反射波成分を取り出し測定し、その値を用いて計算で求める方法などがある。
- 4 ハイトパターンは、送受信アンテナを一定距離だけ離して対向させ、どちらか一方のアンテナの高さを固定して電波を発射し、他方のアンテナを上下方向へ少しずつ移動させて受信して、高さに対する電界強度を図に描くことにより測定することができる。

答： 2

#### [解説]

大地は、通常電解質の水分を含む導電体である。接地抵抗を測定するとき、直流を使用すれば分極作用が生じ、正しい測定が出来ない。従って、測定は、三本の接地棒を等間隔に離して設置してコールラウシュブリッジを使用した交流電圧により測定する。

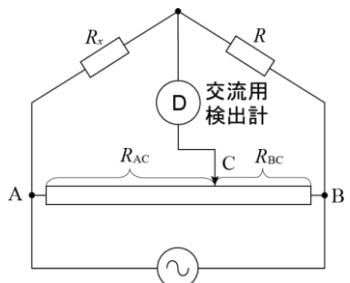
#### ・ホイートストンブリッジ



可変抵抗  $R_s$  を用いて未知の抵抗  $R_x$  を測定する。

$$R_1 R_x = R_2 R_s \Rightarrow R_x = \frac{R_2}{R_1} R_s$$

#### ・コールラウシュブリッジ



ホイートストンブリッジ回路を応用したもので、電源に交流を使う。

未知の抵抗  $R_x$  は、大地に埋められた電極の接地抵抗。

$$R_x R_{BC} = R R_{AC} \Rightarrow R_x = \frac{R_{AC}}{R_{BC}} R$$

$R_x$  が電解質の大地に埋められているとき、電気分解反応により接触組成が変化し、正しい接地抵抗が得られないときに使用する。

A - 25 電波障害対策として、高調波発射を防止するため送信側に用いるフィルタについての記述として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 フィルタの減衰量は、基本波に対しては十分大きく、高調波に対してはなるべく小さなものとする。
- 2 送信機で発生する第2又は第3高調波等の特定の高調波の発射を防止するためのフィルタには、高域フィルタ(HPF)を用いる。
- 3 低域フィルタ(LPF)を用いるときは、その遮断周波数を基本波の周波数より高く、高調波より低くする。
- 4 高調波トラップを用いるときは、その中心周波数を基本波の周波数に正しく同調させる。

答：3

B - 1 次の記述は、各種の電気現象等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 トムソン効果とは、電流の流れている半導体に電流と直角に磁界を加えると、両者に直角の方向に起電力が現れる現象をいう。
- イ 磁気ひずみ現象とは、磁性体に力を加えると、ひずみによってその磁化の強さが変化したり、逆に磁性体の磁化の強さが変化するとひずみが現れたりする現象をいう。
- ウ ペルチエ効果とは、結晶体に圧力や張力を加えると、結晶体の両面に正負の電荷が現れる現象をいう。
- エ 表皮効果とは、高周波電流が導体を流れる場合、表面近くを避けて中心部に密集して流れる現象をいう。
- オ ゼーベック効果とは、異なる二種類の金属線の両端を接合して閉回路をつくり、二つの接合点に温度差を与えると、起電力が発生して電流が流れる現象をいう。

答：ア：2、イ：1、ウ：2、エ：2、オ：1

#### [解説]

- ア：トムソン効果・・・温度差のある導体に電流を流すと、特定の場所で熱が吸収または放出される。
- ウ：ペルチエ効果・・・異なる金属や半導体を接合し、ここに電流を流せば接合部分で熱の吸収または放出が起こる現象。
- エ：表皮効果・・・導体に高周波電流を流したとき導体の表皮部の電流密度が大きくなつて電流が流れ易くなる一方、中心部の電流密度が小さくなつて電流量が減少する現象。

B - 2 次の記述は、位同期ループ(PLL)回路の原理等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) 基本的な PLL 回路は、二つの入力信号を比較する□ア□、この出力に含まれる不要な成分を除去するための□イ□及びその出力に応じた発振周波数を出力する□ウ□の三つの主要部分で構成されている。
- (2) □ウ□は、入力の□エ□に応じて周波数が変化する発振器である。
- (3) 上記(1)及び(2)の動作を応用して、周波数が可変で、かつ安定な□オ□を作ることができるので、多くの無線機器の局部発振器などに用いられている。

- |      |             |         |               |            |
|------|-------------|---------|---------------|------------|
| 1 電圧 | 2 周波数シンセサイザ | 3 亜倍器   | 4 高域フィルタ(HPF) | 5 水晶発振器    |
| 6 位相 | 7 平衡変調器     | 8 位相比較器 | 9 低域フィルタ(LPF) | 10 電圧制御発振器 |

答：ア：8、イ：9、ウ：10、エ：1、オ：2

B - 3 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機における影像周波数妨害の発生原理とその対策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) 局部発振周波数  $f_L$  が受信周波数  $f_R$  よりも中間周波数  $f_i$  だけ高い場合は、□ア =  $f_i$  となる。一方、 $f_i$  より  $f_i$  だけ高い周波数  $f_U$  の到來電波は、□イの出力において、□ウ =  $f_i$  の関係が生じて同じ中間周波数  $f_i$  ができ、影像周波数の関係となって、希望波の受信への妨害となる。
- (2) 局部発振周波数  $f_L$  が受信周波数  $f_R$  よりも中間周波数  $f_i$  だけ低い場合、影像周波数妨害が発生するのは、周波数  $f_U$  = □エのときである。
- (3) 影像周波数妨害を軽減するためには、中間周波数を高く選び、□オの選択度を向上させるなどの対策が有効である。

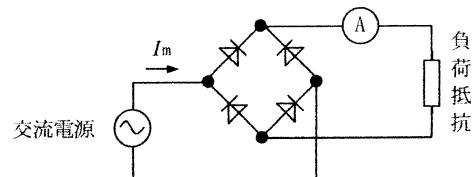
1 $f_L - f_i$	2 $f_L - f_U$	3 $f_L - f_R$	4 局部発振器	5 検波器
6 $f_L + f_i$	7 $f_U - f_L$	8 $f_R - f_L$	9 高周波増幅器	10 周波数変換器

答：ア：3、イ：10、ウ：7、エ：1、オ：9

B - 4 次の記述は、図に示す整流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。ただし、ダイオードの順方向抵抗の値は零、逆方向抵抗の値は無限大とする。

- (1) この整流回路は、交流を4個のダイオードで整流する単相の□ア 整流回路(ブリッジ形)である。
- (2) 交流電源の電流について、その振幅(電流の最大値)を  $I_m$  とすると、平均値は□イ、実効値は□ウであり、波形率は約□エとなる。
- (3) 図中の直流電流計Aは永久磁石可動コイル形電流計であり、その指示値が1[mA]であるとき、 $I_m$  の値は約□オ[mA]である。

1 全波	2 $\frac{I_m}{2}$	3 $\frac{I_m}{\sqrt{2}}$	4 $\frac{I_m}{\pi}$	5 $\frac{2I_m}{\pi}$
6 倍電圧	7 1.11	8 1.41	9 1.57	10 3.14



答：ア：1、イ：5、ウ：3、エ：7、オ：9

### [解説]

題与の回路は单相全波整流回路。振幅(電流の最大値)を  $I_m$  とすると、

$$\text{平均値} = \frac{2}{\pi} \times \text{最大値} = \frac{2I_m}{\pi} \quad \text{実効値} = \frac{\text{最大値}}{\sqrt{2}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

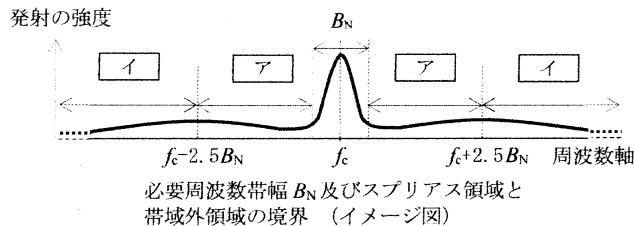
$$\text{波形率} = \frac{\text{実効値}}{\text{平均値}} = \frac{\frac{I_m}{\sqrt{2}}}{\frac{2I_m}{\pi}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \times \frac{\pi}{2I_m} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = \frac{3.14}{2 \times 1.41} = 1.113 \approx 1.11$$

$$I_m = \sqrt{2} \times \text{波形率} \times \text{実効値} = 1.41 \times 1.11 \times 1 = 1.565 \approx 1.57$$

永久磁石可動コイル形電流計は、一般に正弦波交流測定に使用されるので、目盛は波形率で換算し、正弦波交流の実効値を直接測定できるようにしてある。

題与の図から入力に最大値  $I_m$  の正弦波電流が流れしており、永久磁石可動コイル形電流計にはダイオードで全波整流された脈流の平均値(平均値 =  $\frac{2}{\pi} \times$  最大値 =  $\frac{2I_m}{\pi}$ )が表示される。

B - 5 次の記述は、電波法令等に基づくアマチュア局の送信設備の「スブリヤス発射の強度」及び「不要発射の強度」の測定について、図を基にして述べたものである。□内に入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) 「□ ア」におけるスブリヤス発射の強度の測定は、無変調状態において、スブリヤス発射の強度を測定し、その測定値が許容値内であることを確認する。
- (2) 「□ イ」における不要発射の強度の測定は、□ ウ 状態において、中心周波数  $f_c$  [Hz] から必要周波数帯幅  $B_N$  [Hz] の±250 [%] 離れた周波数を境界とした□ イ における不要発射の強度を測定し、その測定値が許容値内であることを確認する。
- (3) SSB(J3E)送信機の変調信号に疑似音声を使用するときの入力電圧の値は、1,500 [Hz] の正弦波で空中線電力が飽和レベルの□ エ [%] 程度となる変調入力電圧と同じ値とする。
- (4) 電信(A1A)送信機の変調を電鍵操作により行うときは、□ オ によるものとする。

1 スブリヤス領域	2 $f_c$	3 25 ボーの連続短点	4 無変調	5 80
6 帯域外領域	7 $B_N$	8 5 ボーの連続長点	9 変調	10 50

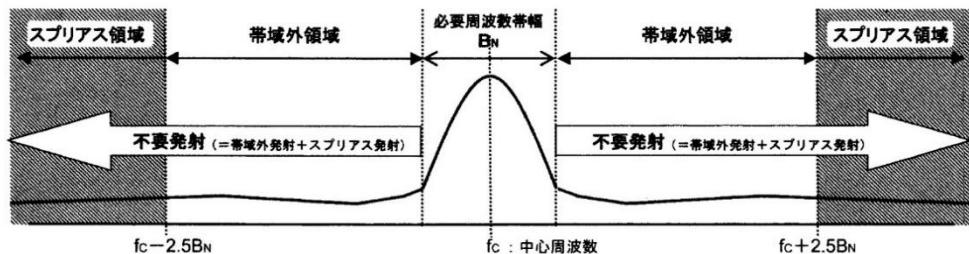
答：ア：6、イ：1、ウ：9、エ：5、オ：3

### [解説]

#### スブリヤス領域とスブリヤス発射の強度

##### スブリヤス領域と帯域外領域の境界

RRにおいて新たに導入された「スブリヤス領域」と「帯域外領域」の概念に基づき、我が国においても、原則として、必要周波数帯幅の中央の周波数（以下「中心周波数」という。）から必要周波数帯幅の±250%を両者の境界とする。



(出典：総務省 総合通信基盤局「無線設備の『スブリヤス発射の強度の許容値』の見直し（平成 17 年 12 月）」)

[参考] 「 $B_N$ 」とは、帯域外領域及びスブリヤス領域の境界の周波数を算出するために用いる必要周波数帯幅をいう。この場合における必要周波数帯幅は、占有周波数帯幅の許容値とする。

無線設備の試験に関し、技術基準適合証明における特性試験では、変調は上側波帯または下側波帯で 1,500Hz 正弦波を使用し、高周波電力計で空中線電力の飽和レベルの 80% 程度になるよう低周波発振器のレベルを調整するよう定められている。

著作権法などによりこの解説・解答書の内容は、個人使用に限定し、商用使用はできません。