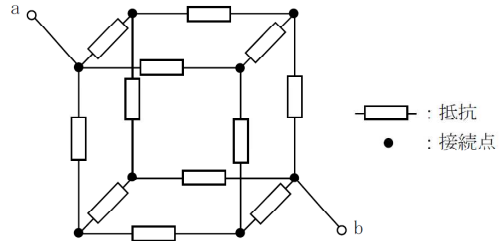


1 アマ無線工学 新問題の解説 令和4年4月期

A-3 抵抗が図のように接続された立方体の回路において、端子 ab 間の合成抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、抵抗1個の値を R とする。

- 1 $\frac{1}{6}R$
- 2 $\frac{1}{3}R$
- 3 $\frac{5}{6}R$
- 4 R
- 5 $3R$



解説

下図のように、端子 a b 間に電圧 V [V] を与えたとき、回路全体に流れる電流を I [A] とする。

この回路は対称形をしているので各枝路に流れる電流は、同じ大きさに分流する。

よって、 I は $I/3$ とその $1/2$ の $I/6$ に分流する。

電流の値に抵抗 R [Ω] を掛けると抵抗端の電圧を求めることができる。

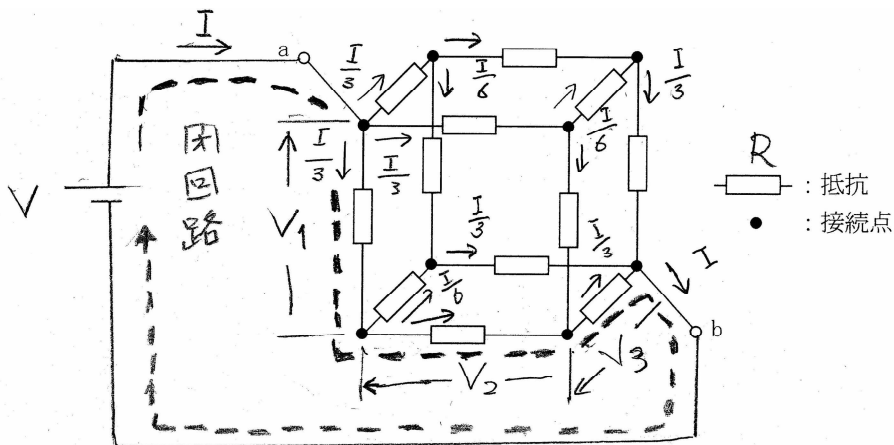
下図のような閉回路をとると、キルヒホッフの法則より次式が成り立つ。

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = \frac{I}{3}R + \frac{I}{6}R + \frac{I}{3}R = \frac{5I}{6}R \quad \text{①}$$

端子 a b 間の抵抗値 R_{ab} [Ω] は、回路に加えた電圧 V を電流 I で割った値だから、式①を用いると次式となる。

$$R_{ab} = \frac{V}{I} = \frac{1}{I} \times \frac{5I}{6}R = \frac{5}{6}R \quad [\Omega]$$

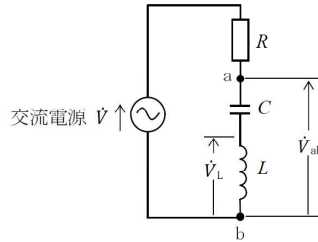
[正答 : 3]



A-4 次の記述は、図に示す抵抗 R [Ω]、静電容量 C [F] 及びコイル L [H] の直列回路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、回路は理想的な共振状態にあるものとする。

- (1) 回路の点 ab 間の電圧 \dot{V}_{ab} は、□ A □ [V] である。
 (2) L の両端の電圧 \dot{V}_L [V] の大きさは、 L のリアクタンスを X_L [Ω] とすれば、 \dot{V} の大きさの □ B □ 倍である。
 (3) 回路の尖鋭度 Q は、□ C □ で表される。

	A	B	C
1	\dot{V}	$\frac{R}{X_L}$	$\frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$
2	\dot{V}	$\frac{R}{X_L}$	$R \sqrt{\frac{L}{C}}$
3	0	$\frac{R}{X_L}$	$R \sqrt{\frac{L}{C}}$
4	0	$\frac{X_L}{R}$	$R \sqrt{\frac{L}{C}}$
5	0	$\frac{X_L}{R}$	$\frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$



解説

(1) 共振状態においては、 \dot{V}_C と \dot{V}_L の大きさが同じで逆位相となるので、これらの和の \dot{V}_{ab} は 0 [V] となる。

(2) 共振角周波数を ω_r とすると、 $X_L = \omega_r L$ [Ω] で表される。

回路の Q は、

$$Q = \frac{\omega_r L}{R} = \frac{X_L}{R}$$

で表される。共振状態では、 \dot{V}_C と \dot{V}_L の大きさは \dot{V} の Q 倍となるので、

\dot{V}_L は \dot{V} の大きさの $\frac{X_L}{R}$ 倍である。

(3) 共振回路の Q は、次式で表される。

$$Q = \frac{\omega_r L}{R} \tag{1}$$

$$Q = \frac{1}{\omega_r C R} \tag{2}$$

式①と式②の両辺を掛けると次式となる。

$$Q^2 = \frac{\omega_r L}{R} \times \frac{1}{\omega_r C R} = \frac{L}{C R^2}$$

両辺の $\sqrt{\quad}$ をとると、 $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$ となる。

[正答 : 5]

A - 11 周波数 f_x [MHz] を受信していたアマチュア局において、近傍で発射された 438.52 [MHz] の F3E 電波と FM レピータ局が発射する 439.36 [MHz] の電波により、2 波 3 次の相互変調が発生した。この 2 波 3 次相互変調積の周波数 f_x [MHz] として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 436.00 [MHz] 2 436.84 [MHz] 3 437.68 [MHz] 4 438.10 [MHz] 5 438.94 [MHz]

解説

妨害波の周波数 $f_1 = 438.52$ [MHz] および $f_2 = 439.36$ [MHz] による 2 波 3 次の相互変調積の周波数 f_x [MHz] は、次の二つの式で表される。

$$f_x = 2f_1 - f_2 = 2 \times 438.52 - 439.36 = 437.68 \text{ [MHz]} \quad \textcircled{1}$$

$$f_x = 2f_2 - f_1 = 2 \times 439.36 - 438.52 = 440.20 \text{ [MHz]} \quad \textcircled{2}$$

式②は選択肢にないので、437.68 [MHz] である。

[正 答 : 3]

A - 14 次の記述は、FM 受信機の感度抑圧効果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 感度抑圧効果は、希望波信号に近接した強いレベルの妨害波が加わると、受信機の感度が抑圧される現象である。
- 2 妨害波の許容限界入力レベルは、希望波信号の入力レベルが一定の場合、希望波信号と妨害波信号との周波数差が大きいほど高くなる。
- 3 感度抑圧効果は、感度低下現象と呼ばれることがある。
- 4 感度抑圧効果は、受信機の高周波増幅部あるいは周波数変換部の回路が、妨害波によって飽和状態になるために生ずる。
- 5 感度抑圧効果を軽減するには、高周波増幅部の利得を大きくし、また、中間周波増幅器等の同調回路の Q を小さくする方法がある。

正しく

5 感度抑圧効果を軽減するには、高周波増幅部の利得を **小さく** し、また、中間周波増幅器等の同調回路の Q を **大きく** する方法がある。

[正 答 : 5]

A - 15 次の記述は、AM(A3E)受信機に用いられる二乗検波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。

- (1) 搬送波の振幅が大きい場合、直線検波回路に比較して出力のひずみは □ A □ 。
- (2) 出力を □ B □ に通すと復調出力が得られる。
- (3) 復調出力に含まれるひずみの主成分は、変調信号の □ C □ である。

	A	B	C
1	小さい	高域フィルタ (HPF)	第三高調波
2	小さい	低域フィルタ (LPF)	第三高調波
3	大きい	低域フィルタ (LPF)	第三高調波
4	大きい	低域フィルタ (LPF)	第二高調波
5	大きい	高域フィルタ (HPF)	第二高調波

解説

直線検波回路は、入力電圧に比例した復調出力電圧を得ることができる。二乗検波回路は、入力電圧の2乗に比例した復調出力電圧を得ることができるが、直線検波回路に比較して出力のひずみが大きい。

検波出力電圧には高周波成分が含まれているので、出力を低域フィルタに通すと復調出力が得られる。

出力電圧が入力電圧の2乗に比例した特性の回路は第二高調波成分が発生しやすい。

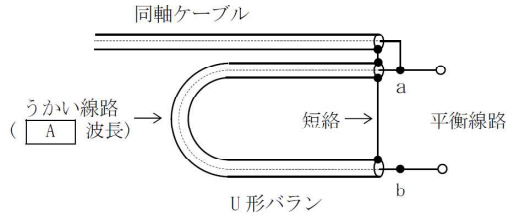
[正答：4]

A - 21 次の記述は、U形バラ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。

(1) 図に示す、同軸ケーブルをU字形に曲げたうかい線路の長さを、同軸ケーブル上の波長の □A□ 波長にすると、うかいした点 b における電圧、電流の位相は点 a より □B□ [rad] 遅れるため、不平衡-平衡の変換がなされる。

(2) ab間のインピーダンスは同軸ケーブルの特性インピーダンスの □C□ 倍となる。

	A	B	C
1	1/2	$\pi/2$	4
2	1/2	π	4
3	1/2	$\pi/2$	2
4	1	π	2
5	1	$\pi/2$	2



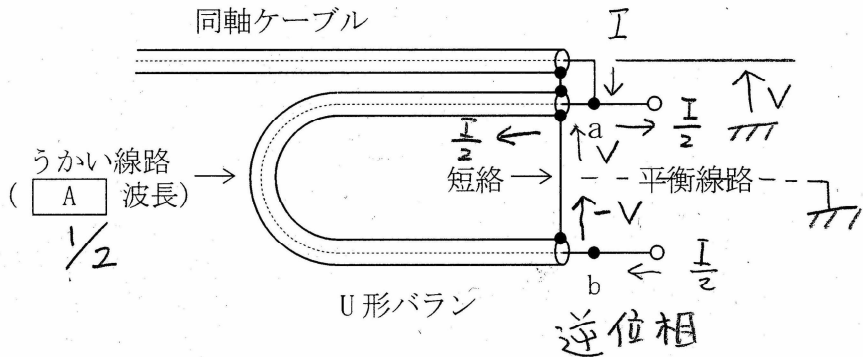
解説

U字形部を同軸ケーブル上の波長の1/2波長にすると、平衡線路との接続点 a b において、点 b の電圧と電流の位相は点 a より π [rad] 遅れる。

そのとき、接続点 a と b の電圧は下図のように V と $-V$ になる。U字形部分の両端の電圧は逆位相 ($+V$ と $-V$) になるので、大地間の電位は平衡して不平衡-平衡の変換がなされる。また、接続点 a b 間の電圧は $2V$ となる。

電流 I は、下図のように、うかい線路と平衡線路とで二分されるので、うかい線路の電流は平衡線路側の電流 I で表すと $I/2$ となる。

平衡線路のインピーダンスは電圧/電流で求めることができる。電流が $1/2$ で電圧が 2 倍なので、平衡線路のインピーダンスは同軸ケーブルの特性インピーダンスの 4 倍となる。



[正答 : 2]

A - 23 次の記述は、電波の強度に対する安全基準を満たす判定のための、電波の強度の算出について述べたものである。□内に入れるべき値として、最も近いものの組合せを下の番号から選べ。ただし、無線設備の諸元、平均電力を用いるための換算比及び大地面等の反射を考慮した係数は表のとおりとし、アンテナの水平面内指向特性は全方向性、算出地点はアンテナの主輻射方向であり俯角減衰量は無視できるものとする。また、 $\sqrt{37.7} \approx 6.14$ 、 $\sqrt{3770} \approx 61.4$ 及び $\sqrt{\pi} \approx 1.77$ とする。

- (1) 図において、算出地点の電波の強度を求めるには、最初にアンテナ入力電力 P [W]、アンテナの主輻射方向の絶対利得 G (真数)、アンテナからの距離 R [m] 及び大地面等の反射を考慮した係数 K を用いて、次式により電力束密度 S [mW/cm²] の値を算出する。

$$S = \frac{PG}{40\pi R^2} K \text{ [mW/cm}^2\text{]}$$

表から得られた数値を上式に代入すれば、 $S = \square A$ [mW/cm²] ……①となる。

無線設備の諸元	周波数	14 [MHz]
	送信機出力電力	1,000 [W]
	給電線損失	3 [dB]
	アンテナ利得(絶対利得)	6 [dB]
	アンテナ高	18 [m]
平均電力算出のための換算比		1
大地面等の反射を考慮した係数 K		4

- (2) 周波数が 30 [MHz] 以下の場合、①から次式により電界強度 E [V/m] の値を算出する。

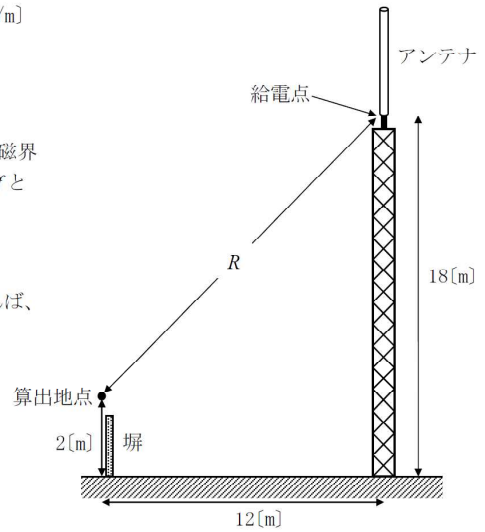
$$S = \frac{E^2}{\square B} \text{ ……②}$$

- (3) 14 [MHz]における電波の強度に対する安全基準は、電界強度又は磁界強度があるが、電界強度の基準値は [MHz] を単位とする周波数を f とすれば次式から求められる。

$$\text{電界強度の基準値} = \frac{824}{f} \text{ [V/m]} \text{ ……③}$$

②から得られた電界強度 E と③の基準値を比較し、②<③であれば、電波の強度に対する安全基準を満たしていることとなる。

A	B
1	$1/\pi$ 37.7
2	$1/\pi$ 3770
3	$1/(2\pi)$ 37.7
4	$1/(2\pi)$ 3770



解説

電力比の真数を G とすると、デシベル G_{dB} は次式で表される。

$$G_{dB} = 10 \log_{10} G \text{ [dB]}$$

$\log_{10} 2 \approx 0.3$ であり、 $\log_{10} 4 = \log_{10} 2 + \log_{10} 2 \approx 0.6$ なので、 $10 \times 0.3 = 3$ [dB] の真数は2、 $10 \times 0.6 = 6$ [dB] の真数は4である。また、3 [dB] の損失は $1/2$ となる。

給電点から算出地点までの距離 R [m] は、三平方の定理から次式によって求めることができる。

$$R = \sqrt{12^2 + (18-2)^2} = \sqrt{12^2 + 16^2} = \sqrt{144 + 256} = \sqrt{400} = 20 \text{ [m]}$$

表とこれらの値を問題(1)の式に代入して、 S を求めると次式となる。

$$\begin{aligned} S &= PG \times \frac{1}{40\pi R^2} \times K = 1,000 \times \frac{1}{2} \times 4 \times \frac{1}{40 \times \pi \times 20^2} \times 4 \\ &= 1,000 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{10 \times \pi \times 100} = \frac{1}{2\pi} \text{ [mW/cm}^2\text{]} \quad \text{①} \end{aligned}$$

周波数が30〔MHz〕以下の場合は、①から次式により電界強度 E 〔V/m〕の値を算出する。

$$S = \frac{E^2}{3770}$$

よって、次式に①の S の値を代入して電界強度 E を求めることができる。

$$E = \sqrt{3770 S} \doteq 61.4\sqrt{S} \quad [\text{V/m}]$$

[正答：4]

A - 25 次の記述は、回路網の特性を測定するためのベクトルネットワークアナライザの基本的な機能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 回路網の入力信号の周波数を掃引し、各種パラメータの周波数特性を測定できる。
- 2 回路網の入力信号、反射信号及び伝送信号の振幅と位相をそれぞれ測定し、 S パラメータを求める装置である。
- 3 回路網の h パラメータ、 Z パラメータ及び Y パラメータは、 S パラメータから導出して得られる。
- 4 回路網と測定器を接続するケーブルなどの接続回路による測定誤差は、測定前の校正によって補正することができる。
- 5 回路網の入力信号と反射信号の分離には、2 抵抗型のパワー・スプリッタが用いられる。

正しく

5 回路網の入力信号と反射信号の分離には、**方向性結合器**が用いられる。

[正答：5]