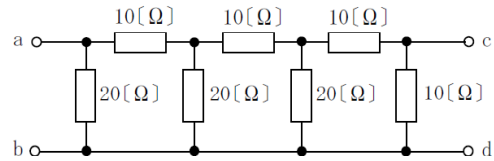


1 アマ無線工学 新問題の解説 令和5年4月期

A-3 図に示す回路において、端子 cd 間で 3 [V] の電圧を得るための、端子 ab 間に加える電圧の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 18 [V]
- 2 21 [V]
- 3 24 [V]
- 4 27 [V]
- 5 30 [V]



Point 二つの直列接続された同じ値の抵抗に加わる電圧は、同じ値なので全体に直列抵抗に加わる電圧は、一つの抵抗に加わる電圧の 2 倍になる。同じ値の抵抗 R を並列接続すると合成抵抗は $R/2$ となる。

解説

図 1 のように抵抗の記号と各部の電圧を定めると、 $R_1 = R_2 = 10$ [Ω] なので、 $V_1 = V_2 = 3$ [V] となる。よって、 $V_3 = V_1 + V_2 = 3 + 3 = 6$ [V] となる。

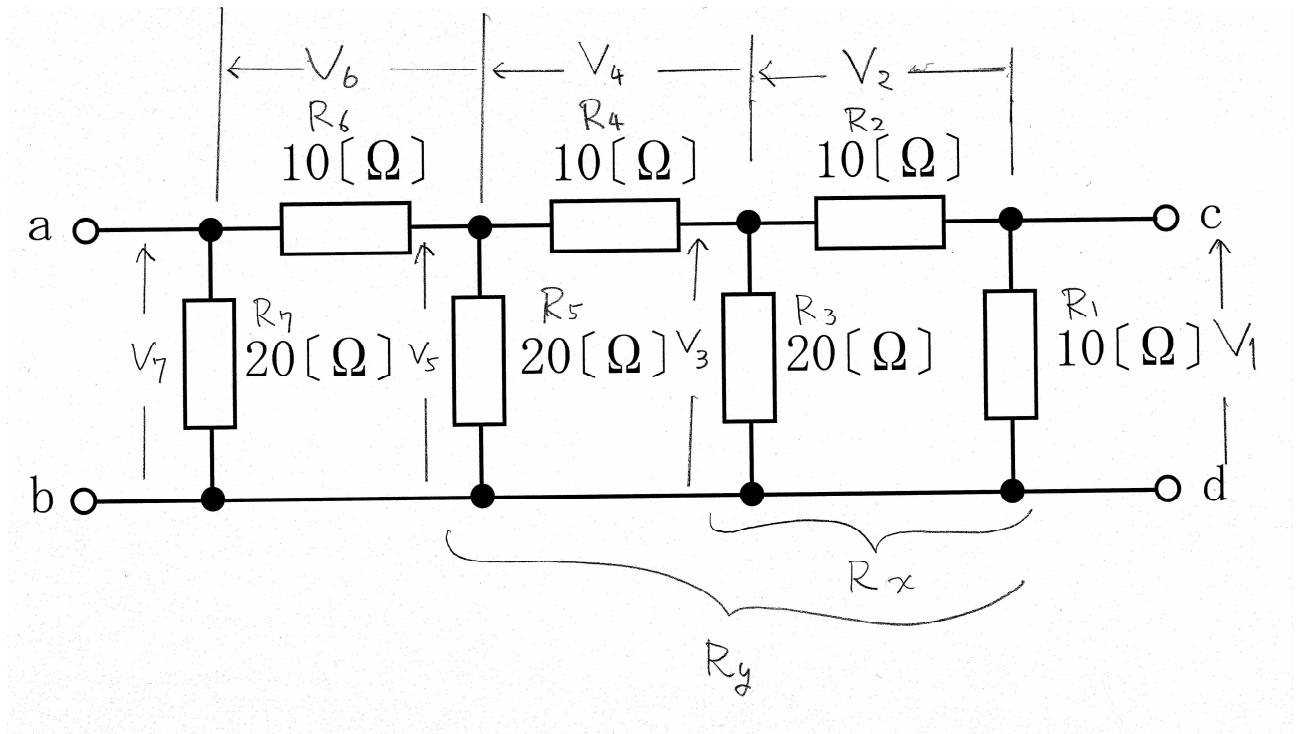


図 1

次に、 R_1 、 R_2 の直列抵抗は $R_1 + R_2 = 20$ [Ω] となるので、 $R_3 = 20$ [Ω] との並列合成抵抗は $R_x = 20/2 = 10$ [Ω] となる。これは R_4 と同じ値なので、 $V_4 = V_3 = 6$ [V] である。よって、 $V_5 = V_3 + V_4 = 6 + 6 = 12$ [V] となる。

次に、 R_4 、 R_x の直列抵抗は $R_4 + R_x = 20$ [Ω] となるので、 $R_5 = 20$ [Ω] との並列合成抵抗は $R_y = 20/2 = 10$ [Ω] となる。これは R_6 と同じ値なので、 $V_6 = V_5 = 12$ [V] である。よって、 $V_7 = V_5 + V_6 = 12 + 12 = 24$ [V] となる。

端子 a b 間に加える電圧は V_7 なので、24 [V] である。

[正答 : 3]

A-4 次の記述は、デシベルを用いた計算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、 $\log_{10}2 \div 0.3$ とする。

- 1 1 [mW] を 0 [dBm] としたとき、0.8 [W] の電力は 39 [dBm] である。
- 2 1 [$\mu\text{V}/\text{m}$] を 0 [dB $\mu\text{V}/\text{m}$] としたとき、0.4 [mV/m] の電界強度は 42 [dB $\mu\text{V}/\text{m}$] である。
- 3 電圧比で最大値から 6 [dB] 下がったところの電圧レベルは、最大値の $1/\sqrt{2}$ である。
- 4 出力電力が入力電力の 200 倍になる増幅回路の利得は 26 [dB] である。
- 5 1 [μV] を 0 [dB μV] としたとき、0.2 [mV] の電圧は 46 [dB μV] である。

Point デシベルの計算は、対数 (\log_{10}) で計算するがデシベルの数値を覚えておいて、真数の掛け算のときはデシベルの和で、真数の割り算のときはデシベルの差で計算すると簡単である。

解説

1 1 [mW] を 0 [dBm] としたとき、 $0.8 [\text{W}] = 8 \times 10^2 [\text{mW}]$ だから、

$$P_{\text{dB}} = 10 \log_{10} (8 \times 10^2) = 10 \log_{10} 2^3 + 10 \log_{10} 10^2 = 3 \times 10 \log_{10} 2 + 2 \times 10 \log_{10} 10 \\ = 3 \times 10 \times 0.3 + 2 \times 10 = 29 [\text{dBm}]$$

$8 = 2 \times 2 \times 2$ なので、 $3 [\text{dB}] + 3 [\text{dB}] + 3 [\text{dB}] = 9 [\text{dB}]$ と計算式することもできる。

2 1 [$\mu\text{V}/\text{m}$] を 0 [dB $\mu\text{V}/\text{m}$] としたとき、

$0.4 [\text{mV}/\text{m}] = 400 [\mu\text{V}/\text{m}] = 4 \times 10^2 [\mu\text{V}/\text{m}]$ だから、

$$E_{\text{dB}} = 20 \log_{10} (4 \times 10^2) = 20 \log_{10} 2^2 + 20 \log_{10} 10^2 = 2 \times 20 \log_{10} 2 + 2 \times 20 \log_{10} 10 \\ = 2 \times 20 \times 0.3 + 2 \times 20 = 12 + 40 = 52 [\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}]$$

$4 = 2 \times 2$ なので、 $6 [\text{dB}] + 6 [\text{dB}] = 12 [\text{dB}]$ と計算式することもできる。

3 電圧比で最大値から 6 [dB] 下がったところの電圧レベルは、

$A_{\text{dB}} = 20 \log_{10} V = -6 [\text{dB}]$ より、

$$\log_{10} V = -0.3$$

$$\log_{10} 2^{-1} = -0.3 \quad \text{だから、電圧比 } V = 2^{-1} = \frac{1}{2}$$

4 出力電力が入力電力の 200 倍になる増幅回路の利得は、

$$G_{\text{dB}} = 10 \log_{10} (2 \times 10^2) = 10 \log_{10} 2 + 2 \times 10 \log_{10} 10 \\ = 10 \times 0.3 + 2 \times 10 = 23 [\text{dB}]$$

5 1 [μV] を 0 [dB μV] としたとき、

$0.2 [\text{mV}] = 200 [\mu\text{V}] = 2 \times 10^2 [\mu\text{V}]$ だから、

$$V_{\text{dB}} = 20 \log_{10} (2 \times 10^2) = 20 \log_{10} 2 + 20 \log_{10} 10^2 = 20 \log_{10} 2 + 2 \times 20 \log_{10} 10 \\ = 20 \times 0.3 + 2 \times 20 = 46 [\text{dB}\mu\text{V}]$$

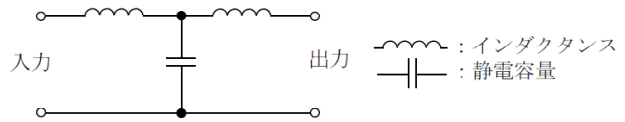
よって、選択肢 5 が正しい。

[正答 : 5]

A - 5 次の記述は、図に示すフィルタ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。

- (1) 図のフィルタは □ A □ であり、遮断周波数 f_c は通過域に比べて出力電力が □ B □ [dB] 減衰した周波数である。
 (2) 図の回路の各インダクタンスを $\frac{L}{2}$ [H]、 f_c を $\frac{1}{\pi\sqrt{LC}}$ [Hz] とすれば、静電容量は □ C □ [F] で表される。

- | A | B | C |
|----------------|---|----|
| 1 低域フィルタ (LPF) | 3 | C |
| 2 低域フィルタ (LPF) | 6 | C |
| 3 低域フィルタ (LPF) | 3 | 2C |
| 4 高域フィルタ (HPF) | 6 | 2C |
| 5 高域フィルタ (HPF) | 3 | 2C |



Point この回路は、送信機の終段結合回路等に用いられている。この回路の解析は入出力インピーダンスを設定して、定K形フィルタ回路として遮断周波数を求めるが、求め方がたいへん難解なためコイルやコンデンサの値は、このまま覚えること。

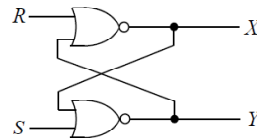
解説

この回路は入力から出力にコイルが挿入されているので、高域の周波数で出力が低下する低域フィルタ (LPF) である。遮断周波数 f_c は通過域に比べて出力電力が 3 [dB] 減衰した周波数である。-3 [dB] の真数は電力比で $1/2$ 、電圧比で $1/\sqrt{2}$ である。

[正答 : 1]

A - 8 図に示すRSフリップフロップ回路において、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 $(0, 0) \rightarrow (1, 0) \rightarrow (0, 0)$ と変化させた後の出力 (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 $X=0, Y=0$
- 2 $X=0, Y=1$
- 3 $X=1, Y=0$
- 4 $X=1, Y=1$



Point フリップフロップ回路は、入力した値の順序によって出力が決まる順序論理回路である。

解説

問題図のフリップフロップ回路の入力 R をリセット、 S をセットと呼ぶ。真理値表を次に示す。

R	S	X	Y	動作
0	0	保持		ホールド
1	0	0	1	リセット
0	1	1	0	セット
1	1	0	0	禁止

問題図のフリップフロップ回路において、入力 R 、 S が “1”，“0” のときをリセット状態、入力 R 、 S が “0”，“1” のときをセット状態と呼び、真理値表のように出力が決まる。

入力 R 、 S が “0”，“0” のときはホールド状態となり、出力 X と Y の状態によって決まる。

また、入力 R 、 S が “1”，“1” のときは禁止状態と呼び、出力が不定となる。

題意より入力 $(R, S) = (0, 1)$ を与えたとき、セット状態となるので真理値表のように出力 $(X, Y) = (1, 0)$ となる。

その後、入力 $(R, S) = (0, 0)$ にすると出力は保持されるので、出力 $(X, Y) = (1, 0)$ の状態から変わらない。

次に、入力 $(R, S) = (1, 0)$ にするとリセット状態となるので真理値表のように出力 $(X, Y) = (0, 1)$ となる。

最後に、入力 $(R, S) = (0, 0)$ にすると出力は保持されるので、出力 $(X, Y) = (0, 1)$ の状態から変わらない。

よって、 $X = 0$ 、 $Y = 1$ となる。

[正答：2]

A - 12 アマチュア局において、近傍で発射された 438.98 [MHz] の F3E 電波と FM レピータ局が発射する 439.54 [MHz] の電波により、2波3次の相互変調妨害を受けた。妨害周波数のうち、低い方の周波数として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 438.44 [MHz] 2 438.42 [MHz] 3 438.40 [MHz] 4 438.38 [MHz] 5 438.36 [MHz]

解説

妨害波の周波数 $f_1 = 438.98$ [MHz] および $f_2 = 439.54$ [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。

$$f_x = 2f_1 - f_2 = 2 \times 438.98 - 439.54 = 438.42 \text{ [MHz]} \quad \text{①}$$

$$f_x = 2f_2 - f_1 = 2 \times 439.54 - 438.98 = 440.10 \text{ [MHz]} \quad \text{②}$$

低い方の周波数は、式①の438.42 [MHz] である。

[正答：2]

A - 16 次の記述は、無線局からの電波発射が原因で発生する、不要発射と対策例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。

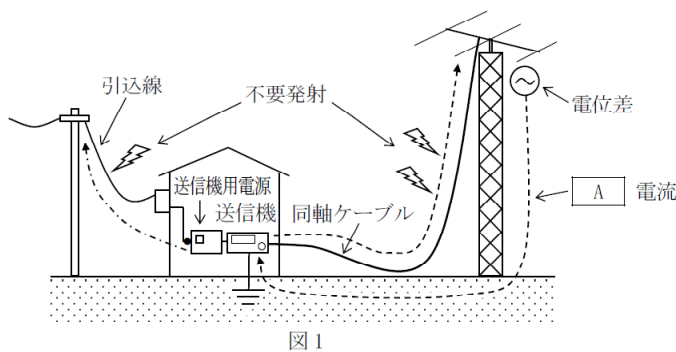
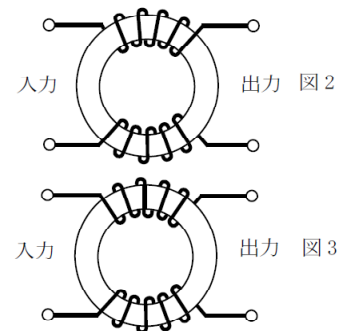


図1



- (1) 図1において、送信機出力が同軸ケーブルによりアンテナに供給される時、アンテナ給電部における平衡・不平衡の変換が不適切であると、給電部に電位差が生じ 電流が破線のようにループ状に流れる場合がある。 電流は同軸ケーブルの芯線と外皮導体を流れる電流の向きが であり、同軸ケーブル等から不要電波を放射するため、周囲に電波障害を与えることがある。
- (2) これを防止するには、アンテナ給電部における確実な平衡・不平衡変換及びインピーダンス整合、同軸ケーブルや給電部金属の劣化点検、送信機等のアンテナコネクタ部への フィルタの挿入等が有効である。
- (3) また、図1の一点鎖線で示すように、 電流がロング・ワイヤ・アンテナを流れる電流のように送信機用電源から引込線へ流出し、不要電波を放射することがある。これを防止するには、環状フェライトコアに電線を のように巻いたフィルタを、送信機用電源の AC 側(図1の●位置)に挿入することが効果的である。

	A	B	C
1	ノーマル・モード	同相	図2
2	ノーマル・モード	逆相	図2
3	コモン・モード	同相	図2
4	コモン・モード	逆相	図3
5	コモン・モード	同相	図3

Point ノーマル・モードは、内部導体と外部導体の電流が逆向き（逆相）で、コモン・モードは、内部導体と外部導体の電流が同じ向き（同相）である。環状のフェライトコアに電線を巻く場合は、二つのコイルが和動接続となって、合成インダクタンスが大きくなるような向きに巻く。

[正答 : 5]

A - 20 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、波長を λ [m] とする。

- (1) このアンテナは、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、長さが \times 波長短縮率の $50 [\Omega]$ の同軸ケーブルを使用し、 90° の位相差を持たせるための整合器(位相ライン)は、長さが \times 波長短縮率の $75 [\Omega]$ 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、反射器や導波器を設け衛星通信に使用されることがある。

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

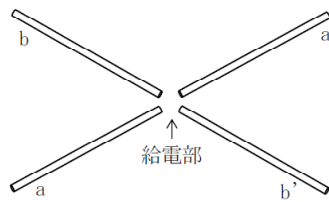


図1

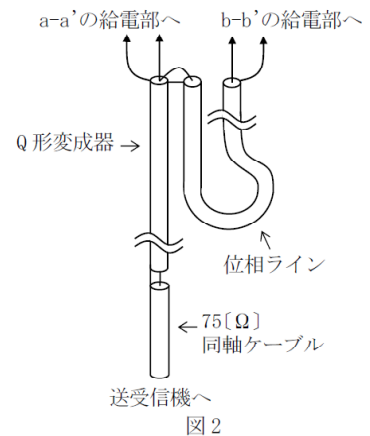


図2

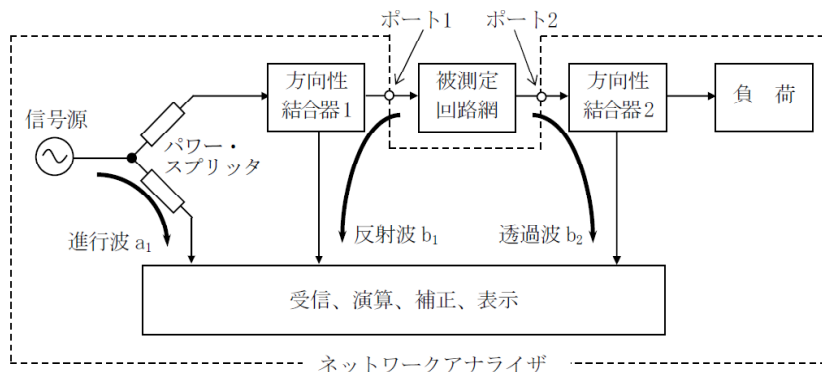
Point ターンスタイルアンテナを水平に設置すると、水平偏波でほぼ全方向性の指向特性を持つ。アンテナの配列面の垂直方向では、偏波面が円偏波となる。円偏波のアンテナは衛星通信に用いられる。

[正答 : 2]

A - 25 次の記述は、図に示す原理的なネットワークアナライザによる、 S パラメータの導出等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) 被測定回路網の反射特性(S_{11})を測定する場合、信号源からの信号はパワー・スプリッタにより分離され、一方は進行波 a_1 として受信される。他方の信号は、ポート1から被測定回路網へ入力され、反射波 b_1 が方向性結合器1を介して受信される。 S_{11} は、ポート1における反射の程度を表すパラメータであるから A から算出される。
- (2) 伝送特性(S_{21})を測定する場合、ポート1から出力された信号は被測定回路網を通過後、ポート2から方向性結合器2により分離され透過波 b_2 として受信され、 S_{21} は B から算出される。
- (3) (1)、(2)の計算結果を利用して、被測定回路網のインピーダンス、リターンロス、VSWR等を表示することができる。

A	B
1 a_1/b_1	b_1/b_2
2 a_1/b_1	a_1/b_2
3 b_1/a_1	b_2/a_1
4 b_1/a_1	b_2/b_1



Point ネットワークアナライザは、伝送線路やアンテナの調整などに用いられる。 S パラメータは、入力と出力を持つ四端子回路網の解析に用いられる。

回路網の入力端からの入射波電圧を a_1 、その反射波電圧を b_1 、出力端からの入射波電圧を a_2 、その反射波電圧を b_2 とすると、次式が成り立つ。

$$b_1 = S_{11} a_1 + S_{12} a_2$$

$$b_2 = S_{21} a_1 + S_{22} a_2$$

ここで、 S_{11} 、 S_{12} 、 S_{21} 、 S_{22} は4端子回路網を表す定数であり、 S パラメータという。各パラメータは、次式で表される。

$$S_{11} = \frac{b_1}{a_1} \quad (a_2=0)$$

$$S_{12} = \frac{b_1}{a_2} \quad (a_1=0)$$

$$S_{21} = \frac{b_2}{a_1} \quad (a_2=0)$$

$$S_{22} = \frac{b_2}{a_2} \quad (a_1=0)$$

S_{11} は入力端の反射を表す定数である。ここで、出力端に現れる透過波電圧を b_2 とすると、 S_{21} は透過を表す定数である。

[正答 : 3]