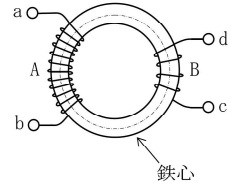


1 アマ無線工学 新問題の解説 令和3年4月期

A-2 次の記述は、図に示すように、環状鉄心に二つのコイル A 及び B を巻いたときのインダクタンス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、A の自己インダクタンスを L_A [H] とし、B の巻数は A の巻数の $1/3$ とする。また、磁気回路に漏れ磁束及び磁気飽和はないものとする。

- 1 B の自己インダクタンス L_B は、 $L_A/9$ [H] である。
- 2 A と B の間の結合係数は、1 である。
- 3 A と B の間の相互インダクタンス M は、 $L_A/3$ [H] である。
- 4 端子 b と c を接続したとき、A と B によって生ずる磁束は、互いに逆の方向である。
- 5 端子 b と c を接続したとき、端子 ad 間の合成インダクタンスは、 $16L_A/9$ [H] である。



正しく 5 端子 b と c を接続したとき、端子 a d 間の合成インダクタンスは、 $4L_A/9$ [H] である。

自己インダクタンスは巻数の 2 乗に比例するので、コイル A に対してコイル B の巻数比は $1/3$ なので、 L_B は $L_A \times (1/3^2) = L_A/9$ [H] となる。漏れ磁束がないので結合係数を $k=1$ とすると、相互インダクタンス M は次式で表される。

$$M = k \sqrt{L_A L_B} = \sqrt{L_A \times L_A \times (1/3^2)} = L_A/3 \quad [\text{H}]$$

コイル A とコイル B は逆向きに巻いてあるので、端子 b と c を接続したときは、差動接続となるから端子 a d 間の合成インダクタンス L [H] は、次式で表される。

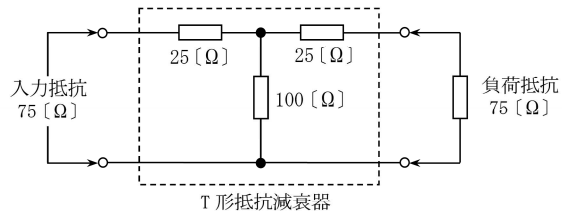
$$\begin{aligned} L &= L_A + L_B - 2M = L_A + \frac{L_A}{9} - 2 \times \frac{L_A}{3} \\ &= \frac{9L_A}{9} + \frac{L_A}{9} - \frac{6L_A}{9} = \frac{4L_A}{9} \quad [\text{H}] \end{aligned}$$

【正答：5】

A-3 図に示す T 形抵抗減衰器の減衰量 L の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、減衰量 L は、減衰器の入力電力を P_1 、出力電力を P_2 とすると、次式で表されるものとする。また、 $\log_{10} 2 \approx 0.3$ とする。

$$L = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2} \quad [\text{dB}]$$

- 1 15 [dB]
- 2 12 [dB]
- 3 9 [dB]
- 4 6 [dB]
- 5 3 [dB]



解説 問題図の T 形回路において、右側の抵抗 $R_3 = 25$ [Ω] と負荷抵抗 $R_L = 75$ [Ω] の直列合成抵抗は、 $R_{3L} = 25 + 75 = 100$ [Ω] となるので、 R_{3L} と中央の抵抗 $R_2 = 100$ [Ω] の並列合成抵抗 R_x [Ω] は、次式によって求めることができる。

$$R_x = \frac{R_{1L} \times R_2}{R_{1L} + R_2} = \frac{100 \times 100}{100 + 100} = \frac{100}{2} = 50 \text{ } [\Omega]$$

入力電圧を V_1 [V] とすると、中央の接続点の電圧 V_x [V] は、T形回路の左側の抵抗 $R_1=25$ [Ω] と合成抵抗 R_x によって分圧されるので、抵抗の比から求めることができるから、次式で表される。

$$V_x = \frac{R_x}{R_1 + R_x} V_1 = \frac{50}{25 + 50} V_1 = \frac{2}{3} V_1 \text{ } [V]$$

出力電圧 V_2 は、 $R_3=25$ [Ω] と負荷抵抗 $R_L=75$ [Ω] によって分圧されるので、次式で表される。

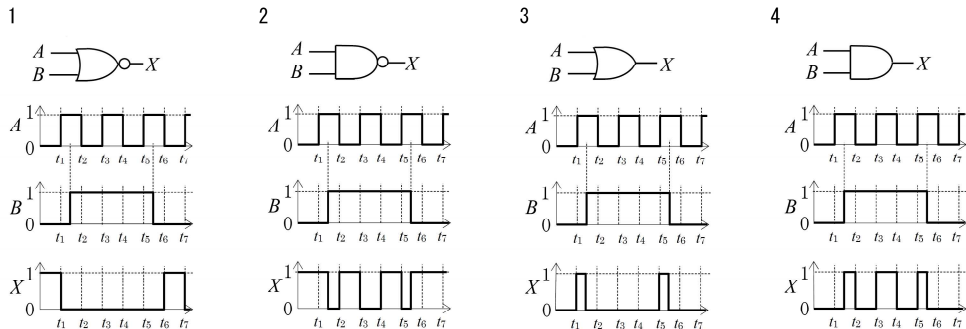
$$\begin{aligned} V_2 &= \frac{R_L}{R_3 + R_L} V_x = \frac{75}{25 + 75} V_x = \frac{3}{4} V_x \\ &= \frac{3}{4} \times \frac{2}{3} V_1 = \frac{1}{2} V_1 \end{aligned}$$

入力抵抗 R_I と負荷抵抗 R_L は同じ値なので $R_I = R_L$ とすると、入力電力 $P_1 = V_1^2 / R_L$ 、出力電力 $P_2 = V_2^2 / R_L$ だから、減衰量 L [dB] は題意の式より次式で表される。

$$\begin{aligned} L &= 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2} = 10 \log_{10} \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^2 = 20 \log_{10} \frac{V_1}{V_2} \\ &= 20 \log_{10} 2 \doteq 20 \times 0.3 = 6 \text{ } [dB] \end{aligned}$$

[正答：4]

A - 10 次の図は、論理回路とタイムチャートの組合せを示したものである。このうち、誤っているものを下の番号から選べ。ただし、各回路の入力 A 及び B は図で示した同一の波形とし、出力を X とする。また、正(+)の電圧を1とした正論理とする。



解説 選択肢1の論理回路はNOR、2はNAND、3はOR、4はANDである。ORはどちらかあるいは両方の入力が“1”のとき出力が“1”となる。よって選択肢3の出力は誤りである。ORの出力が反転している回路がNORである。選択肢1の出力は正しいので、選択肢1の出力を反転させると選択肢3の正しい出力となる。

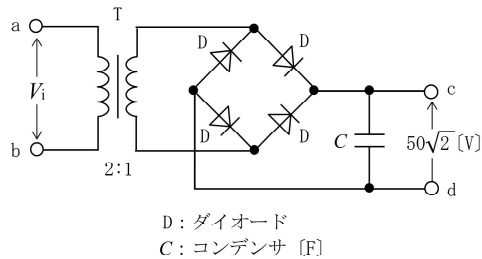
ANDは両方の入力が“1”のとき出力が“1”となる。ANDの出力が反転している回

路がNANDである。選択肢4の出力が反転しているのが選択肢1の出力で、どちらも正しい選択肢である。

[正答：3]

A - 16 図に示す全波整流回路及びコンデンサ入力形平滑回路において、端子 ab 間に交流電圧 V_i を加えたとき、端子 cd 間に現れる無負荷電圧の値が $50\sqrt{2}$ [V] であった。 V_i の実効値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、ダイオード D 及び変成器(変圧器) T は理想的に動作するものとし、T の 1 次側と 2 次側の巻数比は 2:1 とする。

- 1 100 [V]
- 2 $100\sqrt{2}$ [V]
- 3 200 [V]
- 4 $200\sqrt{2}$ [V]



解説 ブリッジ整流回路の入力に実効値が V_e [V] の交流電圧を加えると、整流回路の出力には最大値 V_m [V] の全波整流された電圧が表れる。コンデンサ C の端子電圧は最大値まで充電され、そのとき充電された電圧が無負荷電圧になる。無負荷電圧である最大値 V_m [V] の電圧の実効値を V_e [V] とすれば、次式が成り立つ。

$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{50\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 50 \text{ [V]}$$

ブリッジ整流回路の入力交流電圧の実効値は、 $V_e = 50$ [V] となるので変成器 T の入力電圧 V_i は、変成器の巻数が 2 : 1 なので $V_i = 2V_e = 2 \times 50 = 100$ [V] である。

[正答：1]

A - 17 次の記述は、安定化電源回路に用いられるスイッチング・レギュレータに関し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 スwitchング・レギュレータは、連続制御(線形制御)方式に比べ、電源回路の損失が小さくなる。
- 2 スwitchング・レギュレータは、出力制御用スイッチング素子の ON-OFF により、急峻な電圧又は電流の変化が起きるため、雑音が発生しやすい。
- 3 チョップ方式及びインバータ方式は、スイッチング・レギュレータの制御方式である。
- 4 スwitchング・レギュレータは、連続制御(線形制御)方式に比べ、電源回路の小形・軽量化が図れる。
- 5 直流-直流のスイッチング・レギュレータでは、一般的に平滑回路が不要である。

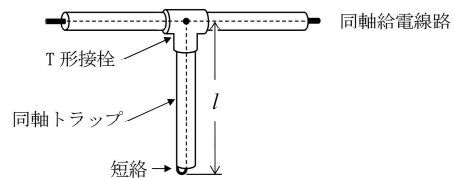
正しく 5 直流-直流のスイッチング・レギュレータでは、一般的に平滑回路が必要である。

スイッチング・レギュレータは、直流電圧をパルス電圧に変換するので、それを直流電圧にするために平滑回路が必要である。

A - 20 次の記述は、同軸給電線路に取り付けた同軸トラ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。ただし、T 形接栓の内部においては、同軸給電線路と同軸トラップの内部導体同士及び外部導体同士がそれぞれ接続されているものとし、同軸給電線路と同軸トラップの特性インピーダンスの値は同一とする。

図に示す同軸トラップの終端の短絡部までの長さ l を、同軸線路上の波長の □ A □ にすると、基本波に対して同軸トラップの入力インピーダンスが □ B □ [Ω] となる。一方、第 2 高調波に対しては、入力インピーダンスが □ C □ [Ω] となり、第 2 高調波を除去 □ D □。

	A	B	C	D
1	1/4	0	0	できる
2	1/4	∞	0	できる
3	1/4	∞	∞	できない
4	1/2	∞	0	できない
5	1/2	0	∞	できない



解説 同軸給電線などの伝送線路に、並列に線路を取り付けて、第 2 高調波を除去するためのトラップ（わな）にする方法である。並列伝送線路を構成する回路において、第 2 高調波を除去して、基本波を通すためにはトラップのインピーダンスは、基本波に対して無限大 (∞) [Ω]、第 2 高調波に対しては 0 [Ω] としなければならない。

先端が短絡された無損失給電線の受端から距離 l [m] の点のインピーダンス Z [Ω] は、次式で表される。

$$Z = j Z_0 \tan \beta l \quad [Ω] \quad (1)$$

ただし、 Z_0 [Ω] は線路の特性インピーダンス、 $\beta = 2\pi / \lambda$ [rad/m] は位相定数である。基本波の周波数の波長を λ [m] とすると、 $l = \lambda / 4$ とすれば、

$$\theta = \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{\lambda}{4} = \frac{\pi}{2} \quad [\text{rad}]$$

$$Z = j Z_0 \tan \theta = j Z_0 \tan(\pi/2) = \infty \quad [Ω]$$

となるので基本波の周波数に対しては $Z = \infty$ [Ω] となるので、基本波の周波数に対してはトラップの影響がない。このとき、第 2 高調波は周波数が 2 倍で波長は 1/2 になるから、 $l = \lambda / 2$ となるので、

$$\theta = \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{\lambda}{2} = \pi \quad [\text{rad}]$$

$$Z = j Z_0 \tan \theta = j Z_0 \tan \pi = 0 \quad [Ω]$$

となって、第 2 高調波を除去するのトラップとして動作する。

位相定数 β は、角周波数 $\omega = 2\pi f = 2\pi / T$ [rad/s] (f [Hz] は周波数、 T [s] は周期) が時間 t [s] を $0 \sim 2\pi$ [rad] の角度 $\theta = \omega t$ [rad] に置き換える定数であるのと同じように、長さ l [m] を角度 $\theta = \beta l$ [rad] に置き換えるための定数である。

$l = \lambda$ のときは $\theta = 2\pi$ [rad] (360°)、 $l = \lambda/2$ のときは $\theta = \pi$ [rad] (180°)、 $l = \lambda/4$ のときは $\theta = \pi/2$ [rad] (90°) である。

$\tan \theta$ は、 $\theta = 0 \sim \pi/2$ [rad] のとき $0 \sim \infty$ の正の値をとるので、式(1)は $+jX$ [Ω] のリアクタンスになるから、コイルと等価的な動作をする。

[正答：2]