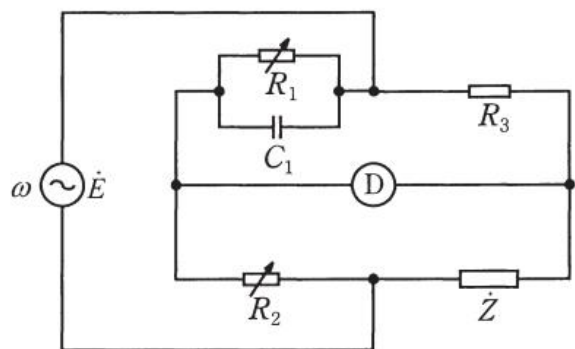


電験二種 オンライン講座

二種理論 電気計測(3)

三種 H29 問15

問15 図は未知のインピーダンス Z [Ω] を測定するための交流ブリッジである。電源の電圧を \dot{E} [V]、角周波数を ω [rad/s] とする。ただし ω 、静電容量 C_1 [F]、抵抗 R_1 [Ω]、 R_2 [Ω]、 R_3 [Ω] は零でないとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(b) $Z = R + jX$ としたとき、この交流ブリッジで測定できる R [Ω] と X [Ω] の満たす条件として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) $R \geq 0, X \leq 0$ (2) $R > 0, X < 0$ (3) $R = 0, X > 0$
 (4) $R > 0, X > 0$ (5) $R = 0, X \leq 0$

(a) 交流検出器 D による検出電圧が零となる平衡条件を Z 、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 ω 及び C_1 を用いて表すと、

() $Z = R_2 R_3$

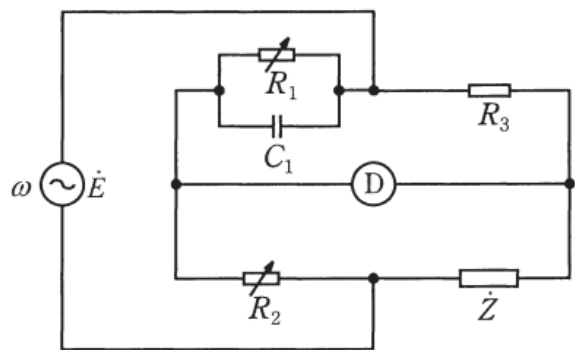
となる。

上式の空白に入る式として適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) $R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}$ (2) $R_1 - \frac{1}{j\omega C_1}$ (3) $\frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1}$
 (4) $\frac{R_1}{1 - j\omega C_1 R_1}$ (5) $\sqrt{\frac{R_1}{j\omega C_1}}$

三種 H29 問15

問15 図は未知のインピーダンス \dot{Z} [Ω] を測定するための交流ブリッジである。電源の電圧を \dot{E} [V]、角周波数を ω [rad/s] とする。ただし ω 、静電容量 C_1 [F]、抵抗 R_1 [Ω]、 R_2 [Ω]、 R_3 [Ω] は零でないとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



- (a) 交流検出器 D による検出電圧が零となる平衡条件を \dot{Z} 、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 ω 及び C_1 を用いて表すと、
 () $\dot{Z} = R_2 R_3$
 となる。

- (b) $\dot{Z} = R + jX$ としたとき、この交流ブリッジで測定できる R [Ω] と X [Ω] の満たす条件として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ブリッジの平衡条件より

$$\dot{Z} \cdot \frac{R_1 \cdot \frac{1}{j\omega C_1}}{R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}} = R_2 R_3$$

$$(\text{左辺}) = \dot{Z} \cdot \frac{R_1 \cdot \frac{1}{j\omega C_1}}{R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}} \times \frac{j\omega C_1}{j\omega C_1} = \dot{Z} \cdot \frac{R_1}{j\omega C_1 R_1 + 1}$$

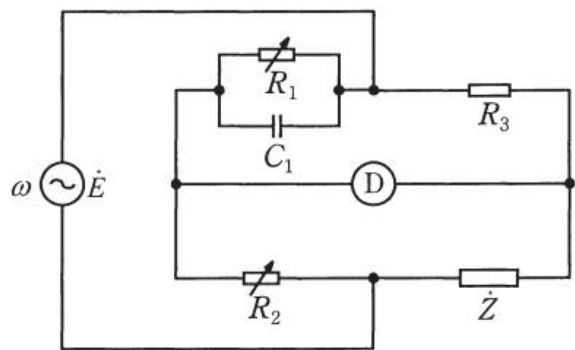
$$\frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1} \dot{Z} = R_2 R_3 \rightarrow \dot{Z} = R_2 R_3 \frac{1 + j\omega C_1 R_1}{R_1}$$

$$R + jX = \frac{R_2 R_3}{R_1} + j\omega C_1 R_2 R_3$$

$$R = \frac{R_2 R_3}{R_1} \rightarrow R > 0 \quad X = \omega C_1 R_2 R_3 \rightarrow X > 0$$

三種 H29 問15

問15 図は未知のインピーダンス Z [Ω] を測定するための交流ブリッジである。電源の電圧を \dot{E} [V]、角周波数を ω [rad/s] とする。ただし ω 、静電容量 C_1 [F]、抵抗 R_1 [Ω]、 R_2 [Ω]、 R_3 [Ω] は零でないとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(b) $Z = R + jX$ としたとき、この交流ブリッジで測定できる R [Ω] と X [Ω] の満たす条件として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) $R \geq 0, X \leq 0$ (2) $R > 0, X < 0$ (3) $R = 0, X > 0$
 (4) $R > 0, X > 0$ (5) $R = 0, X \leq 0$

(a) 交流検出器 D による検出電圧が零となる平衡条件を Z 、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 ω 及び C_1 を用いて表すと、

() $Z = R_2 R_3$

となる。

上式の空白に入る式として適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) $R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}$ (2) $R_1 - \frac{1}{j\omega C_1}$ (3) $\frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1}$
 (4) $\frac{R_1}{1 - j\omega C_1 R_1}$ (5) $\sqrt{\frac{R_1}{j\omega C_1}}$

H28 問8

問8 次の文章は、周波数の測定に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

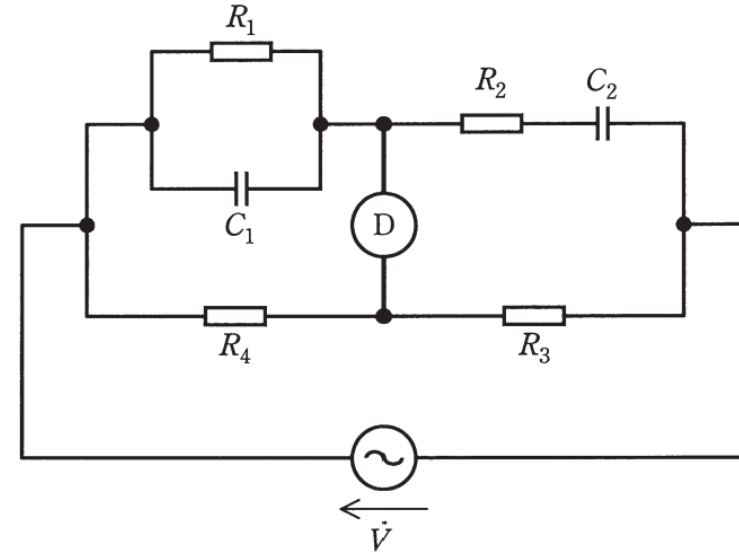
図に示す交流ブリッジ回路において、交流電源の電圧を \dot{V} 、その角周波数を ω ($\omega=2\pi f$, f は周波数), $R_1 \sim R_4$ を抵抗, C_1 及び C_2 を静電容量, \textcircled{D} を検出器とする。

いま、検出器の指示が零となりブリッジが平衡したとすると、以下の関係が成立する。

$$R_3 \left(\frac{R_1}{\text{(1)}} \right) = R_4 \left(\frac{1+j\omega C_2 R_2}{j\omega C_2} \right) \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

①式の虚数部より $C_1 = \text{(2)} C_2$ となる。また、実数部より $\text{(3)} = 1$ となるから、交流電源の周波数 f は、 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{\text{(4)}}}$ で表される。

このような交流ブリッジは一般に (5) ブリッジと呼ばれ、ブリッジの平衡条件に周波数が関係するため、周波数の測定に利用することができる。



[問8の解答群]

- | | | |
|---|--------------------------------|---|
| (イ) $1-j\omega C_1 R_1$ | (ロ) ケルビンダブル | (ハ) $1+j\omega C_1 R_1$ |
| (ニ) $C_1 C_2 R_1 R_2$ | (ホ) $C_1 C_2 R_1 R_4$ | (ヘ) $\omega^2 C_1 C_2 R_1 R_4$ |
| (ト) ホイートストン | (チ) $\frac{R_1 R_3}{R_4}$ | (リ) $j\omega C_1$ |
| (ス) ウィーン | (ル) $C_1 C_2 R_2 R_4$ | (レ) $\frac{R_1 R_3 - R_2 R_4}{R_1 R_4}$ |
| (ワ) $\frac{R_2 R_4 - R_1 R_3}{R_2 R_3}$ | (カ) $\omega^2 C_1 C_2 R_2 R_4$ | (エ) $\omega^2 C_1 C_2 R_1 R_2$ |

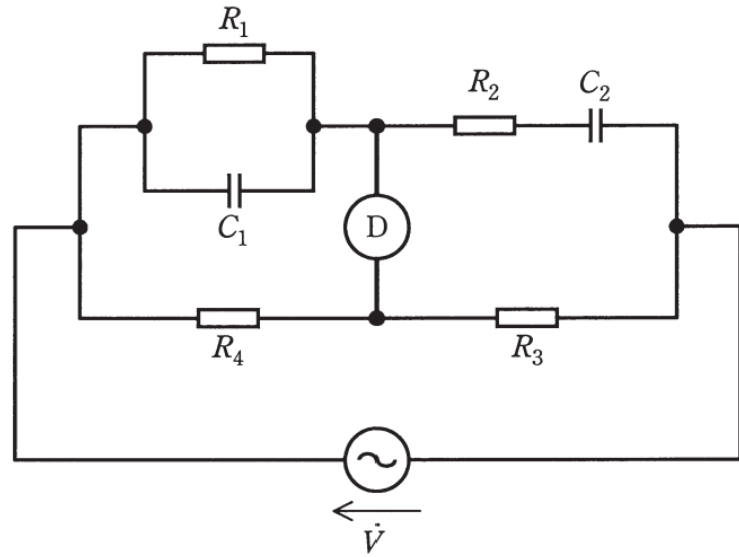
H28 問8



問8 次の文章は、周波数の測定に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図に示す交流ブリッジ回路において、交流電源の電圧を \dot{V} 、その角周波数を ω ($\omega=2\pi f$, f は周波数), $R_1 \sim R_4$ を抵抗, C_1 及び C_2 を静電容量, \textcircled{D} を検出器とする。

いま、検出器の指示が零となりブリッジが平衡したとすると、以下の関係が成立する。



$$R_3 \left(\frac{R_1}{\textcircled{1}} \right) = R_4 \left(\frac{1 + j\omega C_2 R_2}{j\omega C_2} \right) \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

①式の虚数部より $C_1 = \frac{\textcircled{2}}{R_1 R_3 - R_2 R_4} C_2$ となる。また、実数部より $\textcircled{3} = 1$

ブリッジの平衡条件より

$$R_3 \cdot \frac{R_1 \cdot \frac{1}{j\omega C_1}}{R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}} = R_4 \left(R_2 + \frac{1}{j\omega C_2} \right)$$

$$\rightarrow R_3 \cdot \frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1} = R_4 \left(\frac{1 + j\omega C_2 R_2}{j\omega C_2} \right)$$

$$j \frac{\omega C_2 R_1 R_3}{R_4} = (1 + j\omega C_1 R_1)(1 + j\omega C_2 R_2)$$

$$j \frac{\omega C_2 R_1 R_3}{R_4} = 1 - \omega^2 C_1 C_2 R_1 R_2 + j\omega C_1 R_1 + j\omega C_2 R_2$$

$$\frac{\omega C_2 R_1 R_3}{R_4} = \omega C_1 R_1 + \omega C_2 R_2$$

$$C_1 R_1 = \frac{C_2 R_1 R_3}{R_4} - C_2 R_2$$

$$\rightarrow C_1 = \left(\frac{R_3}{R_4} - \frac{R_2}{R_1} \right) C_2 = \frac{R_1 R_3 - R_2 R_4}{R_1 R_4} C_2$$

$$0 = 1 - \omega^2 C_1 C_2 R_1 R_2 \rightarrow \omega^2 C_1 C_2 R_1 R_2 = 1$$

H28 問8

問8 次の文章は、周波数の測定に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

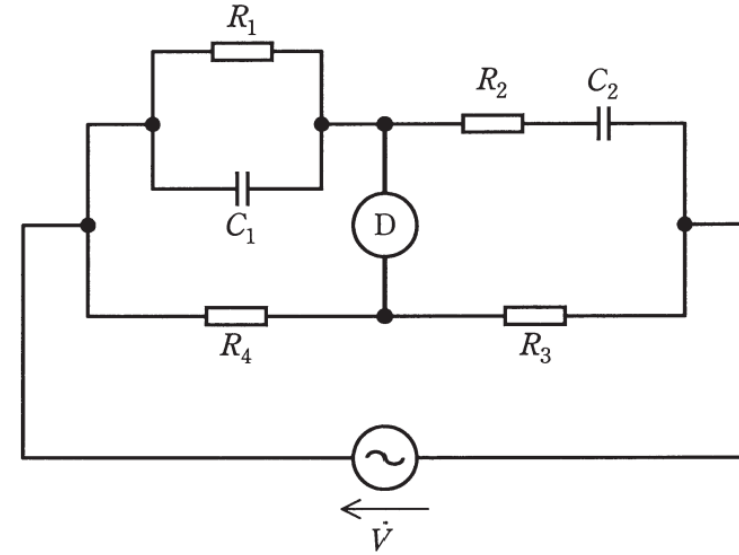
図に示す交流ブリッジ回路において、交流電源の電圧を \dot{V} 、その角周波数を ω ($\omega=2\pi f$, f は周波数)、 $R_1 \sim R_4$ を抵抗、 C_1 及び C_2 を静電容量、 \textcircled{D} を検出器とする。

いま、検出器の指示が零となりブリッジが平衡したとすると、以下の関係が成立する。

$$R_3 \left(\frac{R_1}{\text{(1)}} \right) = R_4 \left(\frac{1+j\omega C_2 R_2}{j\omega C_2 R_1 R_3 - R_2 R_4} \right) \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

①式の虚数部より $C_1 = \text{(2)}$ $C_1 R_1 R_4$ なる。また、実数部より (3) $= 1$ となるから、交流電源の周波数 f は、 $f = \frac{1}{2\pi \sqrt{\text{(4)} C_1 C_2 R_1 R_2}}$ で表される。

このような交流ブリッジは一般に (5) **ウィーン** ブリッジと呼ばれ、ブリッジの平衡条件に周波数が関係するため、周波数の測定に利用することができる。



$$\omega^2 C_1 C_2 R_1 R_2 = 1 \rightarrow f = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_1 C_2 R_1 R_2}}$$

- ケルビンダブルブリッジ：抵抗の測定に用いる
- **ウィーンブリッジ**：静電容量の測定に用いる
- ホイトストンブリッジ：抵抗の測定に用いる

H28 問8



問8 次の文章は、周波数の測定に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図に示す交流ブリッジ回路において、交流電源の電圧を \dot{V} 、その角周波数を ω ($\omega=2\pi f$, f は周波数)、 $R_1 \sim R_4$ を抵抗、 C_1 及び C_2 を静電容量、 \textcircled{D} を検出器とする。

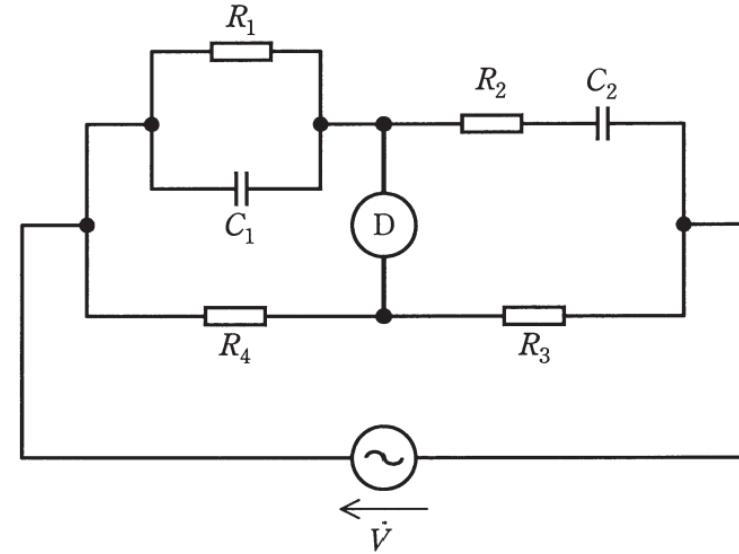
いま、検出器の指示が零となりブリッジが平衡したとすると、以下の関係が成立する。

$$R_3 \left(\frac{R_1}{\textcircled{1}} \right) = R_4 \left(\frac{1+j\omega C_2 R_2}{j\omega C_2 R_1 R_3 - R_2 R_4} \right) \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

①式の虚数部より $C_1 = \textcircled{2} R_1 R_4$ なる。また、実数部より $\textcircled{3} = 1$

となるから、交流電源の周波数 f は、 $f = \frac{1}{2\pi \sqrt{\textcircled{4} C_1 C_2 R_1 R_2}}$ で表される。

このような交流ブリッジは一般に $\textcircled{5}$ ブリッジと呼ばれ、ブリッジの平衡条件に周波数が関係するため、周波数の測定に利用することができる。



[問8の解答群]

- | | | |
|---|--------------------------------|---|
| (イ) $1-j\omega C_1 R_1$ | (ロ) ケルビンダブル | (ハ) $1+j\omega C_1 R_1$ (1) |
| (ニ) $C_1 C_2 R_1 R_2$ (4) | (ホ) $C_1 C_2 R_1 R_4$ | (ヘ) $\omega^2 C_1 C_2 R_1 R_4$ |
| (ト) ホイートストン | (チ) $\frac{R_1 R_3}{R_4}$ | (リ) $j\omega C_1$ |
| (ス) ウィーン (5) | (ル) $C_1 C_2 R_2 R_4$ | (レ) $\frac{R_1 R_3 - R_2 R_4}{R_1 R_4}$ (2) |
| (ワ) $\frac{R_2 R_4 - R_1 R_3}{R_2 R_3}$ | (カ) $\omega^2 C_1 C_2 R_2 R_4$ | (エ) $\omega^2 C_1 C_2 R_1 R_2$ (3) |

R03 問8

問8 次の文章は、交流ブリッジによるコンデンサの測定に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図の破線で囲んだ部分は測定対象のコンデンサで、その等価回路は静電容量 C_1 と抵抗 R_1 の直列回路である。図の R_2 、 R_3 及び R_4 は既知の抵抗、 C_2 は既知の静電容量、 (D) は検出器である。また、交流電源の電圧を \dot{E} 、その角周波数を ω とする。

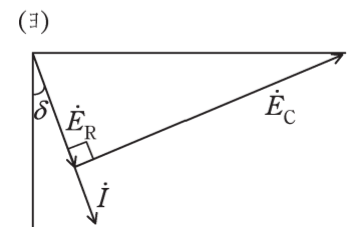
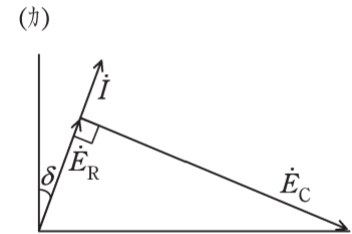
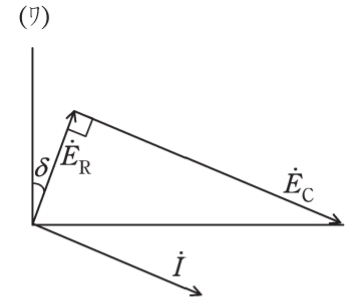
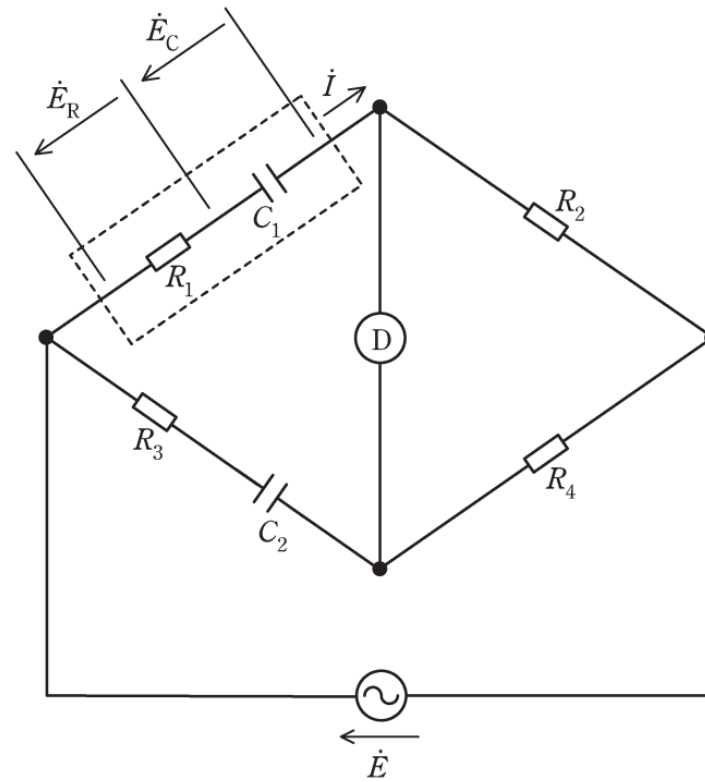
今、検出器の指示が零となりブリッジが平衡したとすると、次式が成り立つ。

(1)

上式から、 $R_1 =$ (2), $C_1 =$ (3) が求められる。

電圧 \dot{E}_R 、電圧 \dot{E}_C 及び電流 \dot{I} をフェーザ図で表すと (4) となる。

フェーザ図に記した δ の正接である $\tan \delta =$ (5) は誘電正接と呼ばれ、コンデンサの性能を表す指標の一つである。なお、理想的なコンデンサの誘電正接は零となる。



[問8の解答群]

- | | | |
|---|--------------------------------|---------------------------|
| (イ) $\frac{R_4}{R_2 R_3}$ | (ロ) $\omega C_2 R_3$ | (ハ) $\frac{C_2 R_2}{R_4}$ |
| (ニ) $\frac{R_3 R_4}{R_2}$ | (ホ) $\frac{R_3}{\omega C_2}$ | (ヘ) $\frac{C_2 R_4}{R_2}$ |
| (ホ) $\frac{R_2 R_3}{R_4}$ | (フ) $\frac{1}{\omega C_2 R_3}$ | (ニ) $\frac{R_2}{C_2 R_4}$ |
| (カ) $\left(R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}\right) R_4 = \left(R_3 + \frac{1}{j\omega C_2}\right) R_2$ | | |
| (キ) $R_1 + R_2 + \frac{1}{j\omega C_1} = R_3 + R_4 + \frac{1}{j\omega C_2}$ | | |
| (ク) $\left(R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}\right) R_2 = \left(R_3 + \frac{1}{j\omega C_2}\right) R_4$ | | |

R03 問8

問8 次の文章は、交流ブリッジによるコンデンサの測定に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図の破線で囲んだ部分は測定対象のコンデンサで、その等価回路は静電容量 C_1 と抵抗 R_1 の直列回路である。図の R_2 、 R_3 及び R_4 は既知の抵抗、 C_2 は既知の静電容量、 (D) は検出器である。また、交流電源の電圧を \dot{E} 、その角周波数を ω とする。

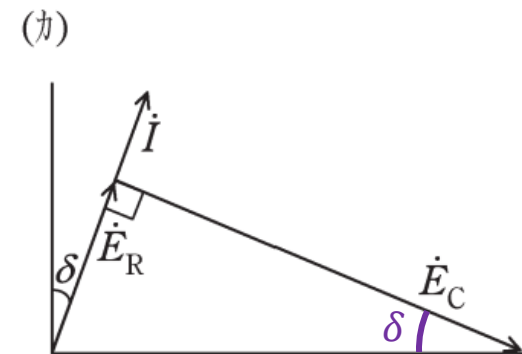
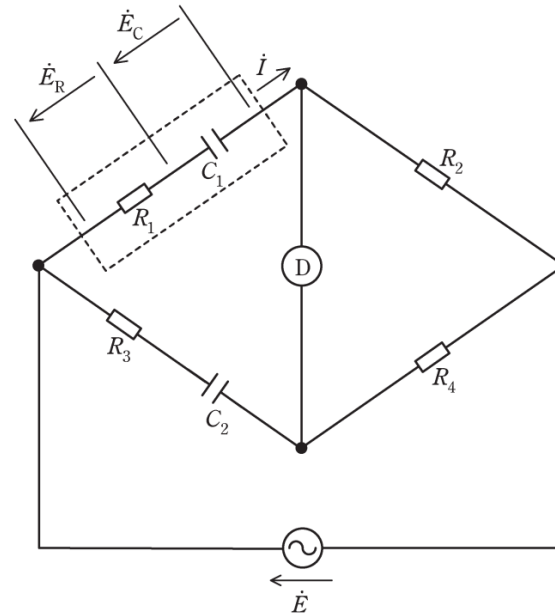
今、検出器の指示が零となりブリッジが平衡したとき、次式が成り立つ。

(1)
$$\left(R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}\right) R_4 = \left(R_3 + \frac{1}{j\omega C_2}\right) R_2$$

上式から、 $R_1 =$ (2) $R_2 R_3 =$ (3) $C_2 R_4$ 求められる。

電圧 \dot{E}_R 、電圧 \dot{E}_C 及び電流 \dot{I} をフェーザで表すと (4) となる。

フェーザ図に記した δ の正接である $\tan \delta =$ (5) は誘電正接と呼ばれ、コンデンサの性能を表す指標の一つである。なお、理想的なコンデンサの誘電正接は零となる。



$$\begin{aligned} \dot{E}_R &= R_1 \dot{i} \\ \dot{E}_C &= -j \frac{1}{\omega C_1} \dot{i} \\ \dot{E}_R &\text{は} \dot{i} \text{ と同相} \\ \dot{E}_C &\text{は} \dot{i} \text{ より } 90^\circ \text{ 遅れ} \end{aligned}$$

ブリッジの平衡条件より

両辺の実部と虚部が一致するので、

$$\left(R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}\right) R_4 = \left(R_3 + \frac{1}{j\omega C_2}\right) R_2$$

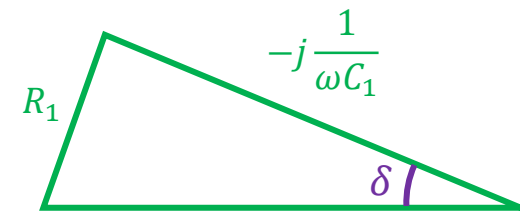
$$R_1 R_4 = R_2 R_3 \rightarrow R_1 = \frac{R_2 R_3}{R_4}$$

インピーダンス三角形より

$$R_1 R_4 - j \frac{R_4}{\omega C_1} = R_2 R_3 - j \frac{R_2}{\omega C_2}$$

$$\frac{R_4}{\omega C_1} = \frac{R_2}{\omega C_2} \rightarrow C_1 = \frac{C_2 R_4}{R_2}$$

$$\tan \delta = \frac{R_1}{\frac{1}{\omega C_1}} = \omega C_1 R_1 = \omega C_1 R_1$$



$$= \omega \left(\frac{C_2 R_4}{R_2}\right) \left(\frac{R_2 R_3}{R_4}\right) = \omega C_2 R_3$$

R03 問8

問8 次の文章は、交流ブリッジによるコンデンサの測定に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図の破線で囲んだ部分は測定対象のコンデンサで、その等価回路は静電容量 C_1 と抵抗 R_1 の直列回路である。図の R_2 、 R_3 及び R_4 は既知の抵抗、 C_2 は既知の静電容量、 (D) は検出器である。また、交流電源の電圧を \dot{E} 、その角周波数を ω とする。

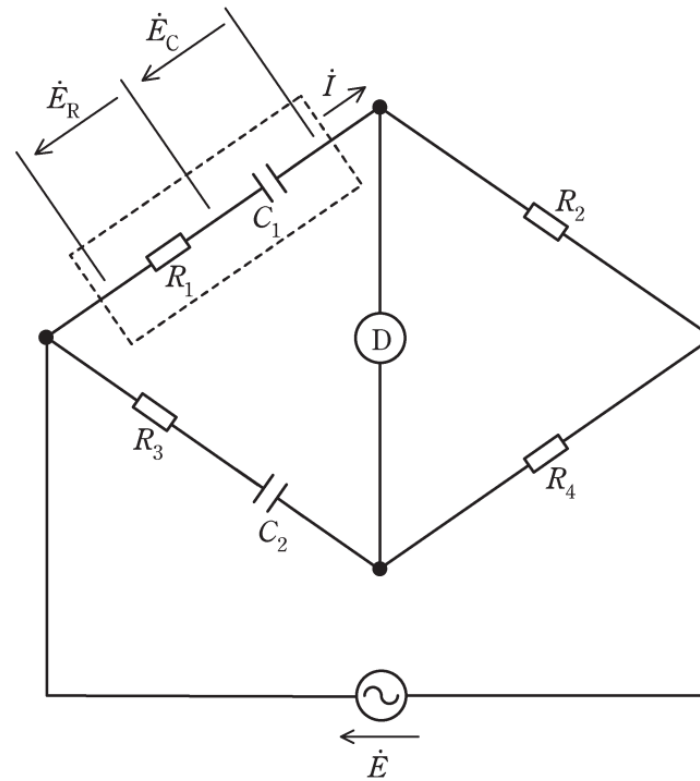
今、検出器の指示が零となりブリッジが平衡したとき、次式が成り立つ。

$$(1) \left(R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} \right) R_4 = \left(R_3 + \frac{1}{j\omega C_2} \right) R_2$$

上式から、 $R_1 = (2) R_2 R_3 = (3) C_2 R_4$ が求められる。

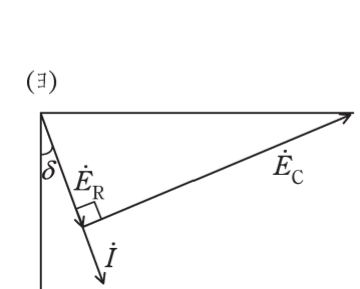
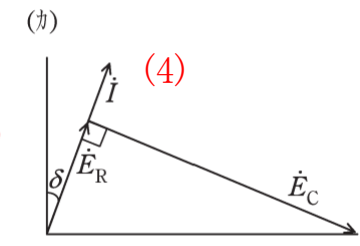
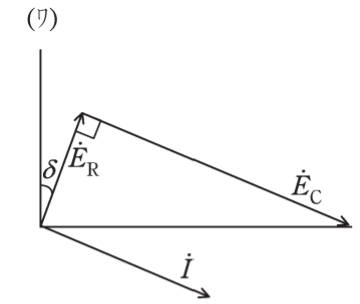
電圧 \dot{E}_R 、電圧 \dot{E}_C 及び電流 \dot{I} をフェーザ \dot{R}_2 を表すと (4) となる。

フェーザ図に記した δ の正接である $\tan \delta = (5) \frac{1}{\omega C_2 R_3}$ は誘電正接と呼ばれ、コンデンサの性能を表す指標の一つである。なお、理想的なコンデンサの誘電正接は零となる。



[問8の解答群]

- (イ) $\frac{R_4}{R_2 R_3}$ (ロ) $\omega C_2 R_3$ (5) (ハ) $\frac{C_2 R_2}{R_4}$
- (ニ) $\frac{R_3 R_4}{R_2}$ (ホ) $\frac{R_3}{\omega C_2}$ (ヘ) $\frac{C_2 R_4}{R_2}$ (3)
- (ヒ) $\frac{R_2 R_3}{R_4}$ (2) (フ) $\frac{1}{\omega C_2 R_3}$ (リ) $\frac{R_2}{C_2 R_4}$
- (ス) $\left(R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} \right) R_4 = \left(R_3 + \frac{1}{j\omega C_2} \right) R_2$ (1)
- (セ) $R_1 + R_2 + \frac{1}{j\omega C_1} = R_3 + R_4 + \frac{1}{j\omega C_2}$
- (7) $\left(R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} \right) R_2 = \left(R_3 + \frac{1}{j\omega C_2} \right) R_4$



H26 問6

問6 次の文章は、交流ブリッジの平衡条件に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

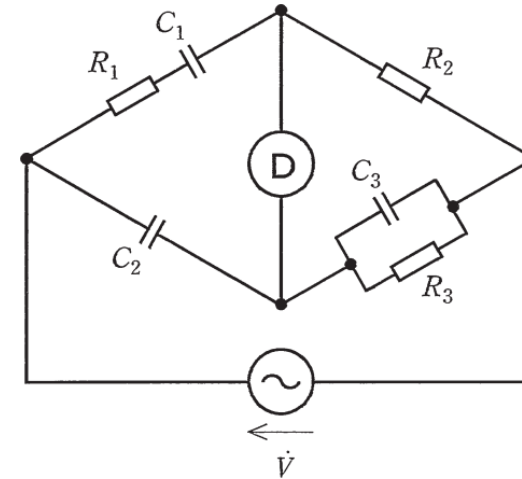
図において、交流電源の電圧を \dot{V} 、その角周波数を ω ($\omega=2\pi f$, f は周波数) とする。また、 R_1 , R_2 及び R_3 は抵抗, C_1 , C_2 及び C_3 は静電容量, \textcircled{D} は検出器である。

いま、検出器の指示が零となり、ブリッジが平衡しているとすれば次式が成立する。

$$\frac{R_2}{j\omega C_2} = \left(R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} \right) \times \text{ (1)}$$

したがって、上式より R_1 は (2), C_1 は (3) となる。

このような交流ブリッジは主にコンデンサの静電容量の測定に用いられ、 (4) ブリッジと呼ばれる。また、コンデンサの (5) の測定にも用いられる。



[問6の解答群]

- | | | |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| (イ) $\frac{C_3 R_2}{C_2}$ | (ロ) $\frac{R_2}{C_2}$ | (ハ) $\frac{C_2 R_2}{C_3}$ |
| (ニ) $\frac{j\omega C_3 R_3}{1 + j\omega C_3 R_3}$ | (ホ) シェーリング | (ヘ) $\frac{C_2}{R_2}$ |
| (ト) 位相角 | (チ) ケルビンダブル | (リ) 誘電正接 ($\tan\delta$) |
| (ス) $\frac{R_3}{R_2} C_2$ | (ル) $\frac{R_3}{1 - j\omega C_3 R_3}$ | (レ) $\frac{R_3}{1 + j\omega C_3 R_3}$ |
| (リ) 温度係数 | (カ) $\frac{R_2}{R_3} C_2$ | (ロ) マクスウェル |

H26 問6

問6 次の文章は、交流ブリッジの平衡条件に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

図において、交流電源の電圧を \dot{V} 、その角周波数を ω ($\omega = 2\pi f$, f は周波数) とする。また、 R_1 , R_2 及び R_3 は抵抗、 C_1 , C_2 及び C_3 は静電容量、 \textcircled{D} は検出器である。

いま、検出器の指示が零となり、ブリッジが平衡しているとすれば次式が成立する。

$$\frac{R_2}{j\omega C_2} = \left(R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} \right) \times \text{(1)} \frac{R_3}{1 + j\omega C_3 R_3}$$

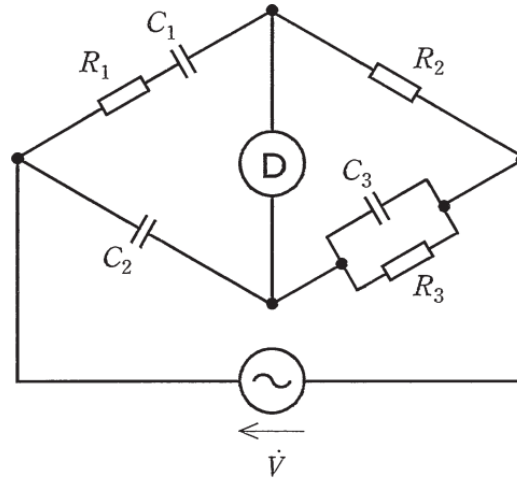
したがって、上式より R_1 は (2) C_1 は (3) $\frac{C_2 R_3}{R_2}$ となる。

このような交流ブリッジは主にコンデンサの静電容量の測定に用いられ、

(4) **シェーリング**ブリッジと呼ばれる。また、コンデンサの (5) の測定にも用いられる。 **誘電正接**

$$\frac{R_2}{C_2} = \frac{R_3}{C_1} \rightarrow C_1 = \frac{C_2 R_3}{R_2}$$

$$\frac{\omega C_3 R_2 R_3}{C_2} = \omega R_1 R_3 \rightarrow R_1 = \frac{C_3 R_2}{C_2}$$



ブリッジの平衡条件より

$$R_2 \cdot \frac{1}{j\omega C_2} = \left(R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} \right) \cdot \left(\frac{R_3 \cdot \frac{1}{j\omega C_3}}{R_3 + \frac{1}{j\omega C_3}} \right)$$

$$\frac{R_2}{j\omega C_2} = \left(R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} \right) \cdot \frac{R_3}{1 + j\omega C_3 R_3} = \frac{1 + j\omega C_1 R_1}{j\omega C_1} \cdot \frac{R_3}{1 + j\omega C_3 R_3}$$

$$\frac{R_2}{C_2} (1 + j\omega C_3 R_3) = \frac{R_3}{C_1} (1 + j\omega C_1 R_1)$$

$$\frac{R_2}{C_2} + j \frac{\omega C_3 R_2 R_3}{C_2} = \frac{R_3}{C_1} + j\omega R_1 R_3$$

- ・ケルビンダブルブリッジ：抵抗の測定に用いる
- ・**シェーリングブリッジ**：静電容量の測定に用いる
- ・マクスウェルブリッジ：インダクタンスの測定に用いる

誘電正接 $\tan \delta = \omega C_1 R_1$

H26 問6

問6 次の文章は、交流ブリッジの平衡条件に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

図において、交流電源の電圧を \dot{V} 、その角周波数を ω ($\omega=2\pi f$, f は周波数) とする。また、 R_1 , R_2 及び R_3 は抵抗, C_1 , C_2 及び C_3 は静電容量, \textcircled{D} は検出器である。

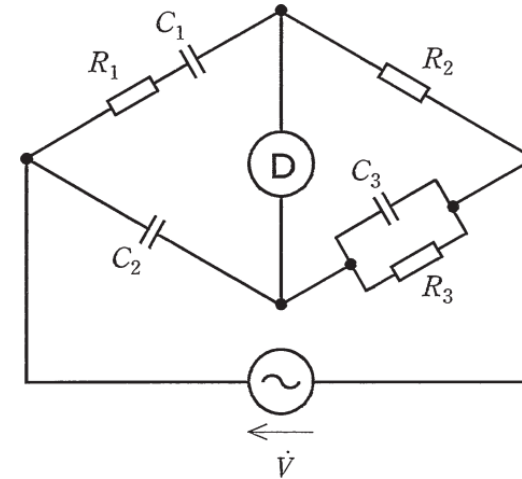
いま、検出器の指示が零となり、ブリッジが平衡しているとすれば次式が成立する。

$$\frac{R_2}{j\omega C_2} = \left(R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} \right) \times \textcircled{(1)} \frac{R_3}{1 + j\omega C_3 R_3}$$

したがって、上式より R_1 は (2) , C_1 は (3) $\frac{C_2 R_3}{R_2}$ となる。

このような交流ブリッジは主に $\frac{C_3 R_2}{C_2}$ コンデンサの静電容量の測定に用いられ、

(4) ブリッジと呼ばれる。また、 $\frac{C_2}{C_3}$ コンデンサの (5) の測定にも **シェーリング** **誘電正接**



[問6の解答群]

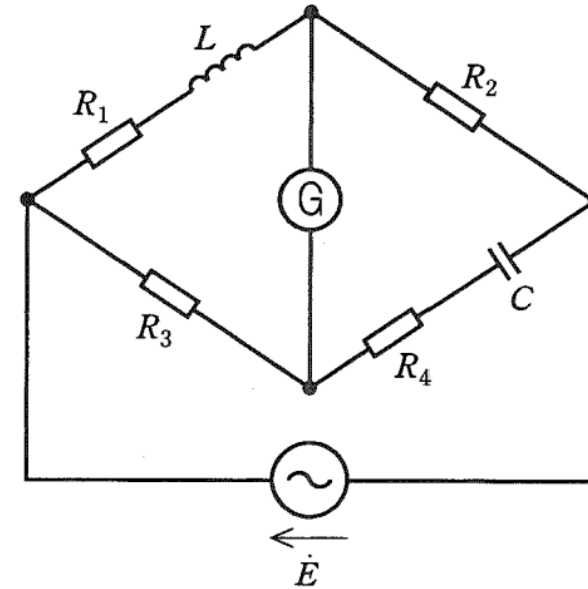
- | | | |
|---|---------------------------------------|---|
| (イ) $\frac{C_3 R_2}{C_2}$ (2) | (ロ) $\frac{R_2}{C_2}$ | (ハ) $\frac{C_2 R_2}{C_3}$ |
| (ニ) $\frac{j\omega C_3 R_3}{1 + j\omega C_3 R_3}$ | (ホ) シェーリング (4) | (ヘ) $\frac{C_2}{R_2}$ |
| (ト) 位相角 | (チ) ケルビンダブル | (リ) 誘電正接 ($\tan\delta$) (5) |
| (ヌ) $\frac{R_3}{R_2} C_2$ (3) | (ル) $\frac{R_3}{1 - j\omega C_3 R_3}$ | (レ) $\frac{R_3}{1 + j\omega C_3 R_3}$ (1) |
| (ロ) 温度係数 | (カ) $\frac{R_2}{R_3} C_2$ | (コ) マクスウェル |

H22 問4

問4 次の文章は、ヘイブリッジに関する記述である。文中の に当てはまる最も適切な式を解答群の中から選びなさい。

図において、交流電源の電圧を \dot{E} 、その角周波数を $\omega (\omega = 2\pi f)$ とし、 R_2 、 R_3 及び R_4 は既知の抵抗、 C は既知の静電容量、 \textcircled{G} は検出器であるとする。いま、角周波数 ω が既知であり、インダクタンス L とその抵抗 R_1 が未知の場合を考える。検出器 \textcircled{G} の指示が零となりブリッジが平衡しているとしたら、平衡条件式の実数部より $\frac{L}{C} = \textcircled{(1)}$ 、虚数部より $\omega^2 = \textcircled{(2)}$ が成立する。したがって、未知のインダクタンス L とその抵抗 R_1 はそれぞれ、 $L = \textcircled{(3)}$ 、 $R_1 = \textcircled{(4)}$ で求められる。

次に、ブリッジの各素子 R_2 、 R_3 、 R_4 、 C 及びインダクタンス L とその抵抗 R_1 が既知であり、角周波数 ω が未知である場合を考える。平衡条件式の虚数部に着目し、ブリッジに接続された交流電源の周波数 f を求めれば、 $f = \textcircled{(5)}$ となる。



\textcircled{G} : 検出器

[問4の解答群]

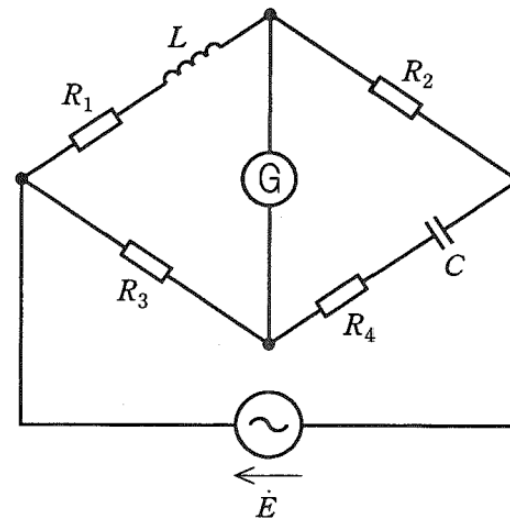
- | | | |
|---|---|---|
| (イ) CLR_1R_4 | (ロ) $\frac{\sqrt{R_1}}{\sqrt{CLR_4}}$ | (ハ) $R_2R_3 - R_1R_4$ |
| (ニ) $\frac{CR_2R_3}{1 - \omega^2C^2R_4^2}$ | (ホ) $\frac{\omega^2C^2R_2R_3R_4}{1 - \omega^2C^2R_4^2}$ | (ヘ) $\frac{\sqrt{R_1}}{2\pi\sqrt{CLR_4}}$ |
| (ヒ) $\omega^2C^2R_2R_3R_4$ | (フ) $\frac{CR_2R_3}{1 + \omega^2C^2R_4^2}$ | (ロ) $2\pi\sqrt{CL}$ |
| (ヌ) $\frac{R_4}{CLR_1}$ | (ヌ) CR_2R_3 | (ヘ) R_2R_3 |
| (リ) $\frac{\omega^2C^2R_2R_3R_4}{1 + \omega^2C^2R_4^2}$ | (ハ) $R_1R_4 - R_2R_3$ | (コ) $\frac{R_1}{CLR_4}$ |

H22 問4

問4 次の文章は、ヘイブリッジに関する記述である。文中の に当てはまる最も適切な式を解答群の中から選びなさい。

図において、交流電源の電圧を \dot{E} 、その角周波数を $\omega (\omega = 2\pi f)$ とし、 R_2 、 R_3 及び R_4 は既知の抵抗、 C は既知の静電容量、 \textcircled{G} は検出器であるとする。いま、角周波数 ω が既知であり、インダクタンス L とその抵抗 R_1 が未知の場合を考える。検出器 \textcircled{G} の指示が零となりブリッジが平衡しているとすれば、平衡条件式の実数部より $\frac{L}{C} = \text{(1)}$ 、虚数部より $\omega^2 = \text{(2)}$ $\frac{R_1}{CLR_4}$ が成立する。したがって、未知のインダクタンス L とその抵抗 R_1 はそれぞれ、 $L = \text{(3)}$ 、 $R_1 = \text{(4)}$ で求められる。

次に、ブリッジの各素子 R_2 、 R_3 、 R_4 、 C 及びインダクタンス L とその抵抗 R_1 が既知であり、角周波数 ω が未知である場合を考える。平衡条件式の虚数部に着目し、ブリッジに接続された交流電源の周波数 f を求めれば、 $f = \text{(5)}$ となる。



\textcircled{G} : 検出器

ブリッジの平衡条件より

$$R_2 R_3 = (R_1 + j\omega L) \cdot \left(R_4 + \frac{1}{j\omega C} \right)$$

$$R_2 R_3 = R_1 R_4 + \frac{L}{C} + j\omega L R_4 - j \frac{R_1}{\omega C}$$

実部より

$$R_2 R_3 = R_1 R_4 + \frac{L}{C} \rightarrow \frac{L}{C} = R_2 R_3 - R_1 R_4$$

虚部より

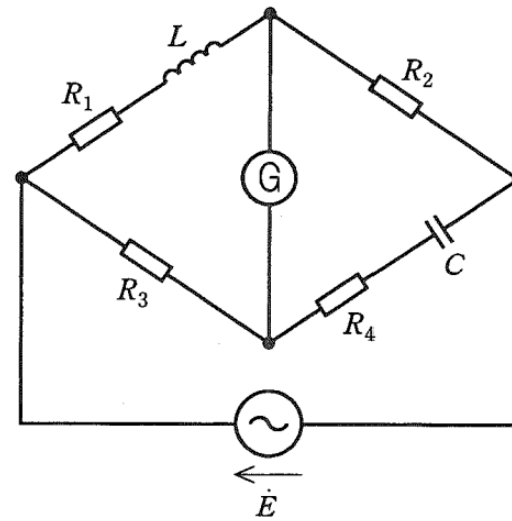
$$0 = \omega L R_4 - \frac{R_1}{\omega C} \rightarrow \omega^2 = \frac{R_1}{C L R_4}$$

H22 問4

問4 次の文章は、ヘイブリッジに関する記述である。文中の に当てはまる最も適切な式を解答群の中から選びなさい。

図において、交流電源の電圧を \dot{E} 、その角周波数を ω ($\omega = 2\pi f$) とし、 R_2 、 R_3 及び R_4 は既知の抵抗、 C は既知の静電容量、 \textcircled{G} は検出器であるとする。いま、角周波数 ω が既知であり、インダクタンス L とその抵抗 R_1 が未知の場合を考える。検出器 \textcircled{G} の指示が零となりブリッジが平衡しているとしたら、平衡条件式の実数部より $\frac{L}{C} = \text{(1)}$ 、虚数部より $\omega^2 = \text{(2)}$ $\frac{R_1}{CLR_4}$ が成立する。したがって、未知のインダクタンス L とその抵抗 R_1 はそれぞれ、 $L = \text{(3)}$ 、 $R_1 = \text{(4)}$ で求められる。

次に、 $\frac{\omega^2 C^2 R_2 R_3 R_4}{1 + \omega^2 C^2 R_4^2}$ 各素子 R_2 、 R_3 、 R_4 、 C 及びインダクタンス L とその抵抗 R_1 が既知であり、角周波数 ω が未知である場合を考える。平衡条件式の虚数部に着目し、ブリッジに接続された交流電源の周波数 f を求めれば、 $f = \text{(5)}$ となる。



\textcircled{G} : 検出器

$$\frac{L}{C} = R_2 R_3 - R_1 R_4$$

$$\omega^2 = \frac{R_1}{CLR_4} \rightarrow R_1 = \omega^2 CLR_4$$

$$\frac{L}{C} = R_2 R_3 - (\omega^2 CLR_4) R_4 = R_2 R_3 - \omega^2 CLR_4^2$$

$$L = \frac{CR_2 R_3}{1 + \omega^2 C^2 R_4^2}$$

$$R_1 = \omega^2 CR_4 \cdot \frac{CR_2 R_3}{1 + \omega^2 C^2 R_4^2} = \frac{\omega^2 C^2 R_2 R_3 R_4}{1 + \omega^2 C^2 R_4^2}$$

$$\omega^2 = \frac{R_1}{CLR_4} \rightarrow f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{R_1}{CLR_4}} = \frac{\sqrt{R_1}}{2\pi \sqrt{CLR_4}}$$

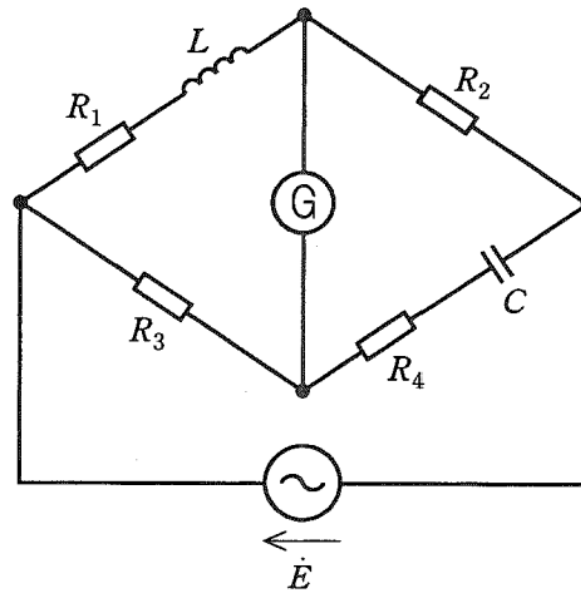


H22 問4

問4 次の文章は、ヘイブリッジに関する記述である。文中の に当てはまる最も適切な式を解答群の中から選びなさい。

図において、交流電源の電圧を \dot{E} 、その角周波数を $\omega (\omega = 2\pi f)$ とし、 R_2 、 R_3 及び R_4 は既知の抵抗、 C は既知の静電容量、 \textcircled{G} は検出器であるとする。いま、角周波数 ω が既知であり、インダクタンス L とその抵抗 R_1 が未知の場合を考える。検出器 \textcircled{G} の指示が零となりブリッジが平衡しているとしたら、平衡条件式の実数部より $\frac{L}{C} = \text{(1)}$ 、虚数部より $\omega^2 = \text{(2)}$ $\frac{R_1}{CLR_4}$ が成立する。したがって、未知のインダクタンス L とその抵抗 R_1 はそれぞれ、 $L = \text{(3)}$ 、 $R_1 = \text{(4)}$ で求められる。

次に $\frac{\omega^2 C^2 R_2 R_3 R_4}{1 + \omega^2 C^2 R_4^2}$ 各素子 R_2 、 R_3 、 R_4 、 C 及びインダクタンス L とその抵抗 R_1 が既知であり、角周波数 ω が未知である場合を考える。平衡条件式の虚数部に着目し、ブリッジに接続された交流電源の周波数 f を求めれば、 $f = \text{(5)}$ となる。



\textcircled{G} : 検出器

[問4の解答群]

- | | | |
|---|---|---|
| (イ) $CLR_1 R_4$ | (ロ) $\frac{\sqrt{R_1}}{\sqrt{CLR_4}}$ | (ハ) $R_2 R_3 - R_1 R_4$ (1) |
| (ニ) $\frac{CR_2 R_3}{1 - \omega^2 C^2 R_4^2}$ | (ホ) $\frac{\omega^2 C^2 R_2 R_3 R_4}{1 - \omega^2 C^2 R_4^2}$ | (ヘ) $\frac{\sqrt{R_1}}{2\pi\sqrt{CLR_4}}$ (5) |
| (ヒ) $\omega^2 C^2 R_2 R_3 R_4$ | (フ) $\frac{CR_2 R_3}{1 + \omega^2 C^2 R_4^2}$ (3) | (ロ) $2\pi\sqrt{CL}$ |
| (エ) $\frac{R_4}{CLR_1}$ | (ヌ) $CR_2 R_3$ | (リ) $R_2 R_3$ |
| (ワ) $\frac{\omega^2 C^2 R_2 R_3 R_4}{1 + \omega^2 C^2 R_4^2}$ (4) | (ハ) $R_1 R_4 - R_2 R_3$ | (ニ) $\frac{R_1}{CLR_4}$ (2) |

ご聴講ありがとうございました!!