

## 専門基礎（60分）

（電子システム工学課程）

### 〔注意事項〕

1. 監督者の指示があるまで、この問題用紙と解答用紙を開いてはいけません。
2. 問題は、3ページからなっています。また、解答用紙は2枚、下書用紙は1枚あります。監督者から解答開始の合図があったら、問題用紙、解答用紙、下書用紙を確認し、落丁・乱丁および印刷の不鮮明な箇所などがあれば、手をあげて監督者に知らせなさい。
3. 解答用紙には、受験番号を記入する欄がそれぞれ2箇所ずつあります。監督者の指示に従って、すべての解答用紙（合計2枚）の受験番号欄（合計4箇所）に受験番号を必ず記入しなさい。
4. この問題用紙の白紙と余白は、適宜下書きに使用してよろしい。
5. 解答は、必ず解答用紙の指定された場所（問題番号や設問の番号・記号などが対応する解答欄の中）に記入しなさい。なお、指定された場所以外や、裏面への解答は採点対象外です。また、解答や受験番号が判読不能の場合にも、採点対象外になります。
6. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
7. この問題用紙と下書用紙は、持ち帰りなさい。

I

起電力  $\dot{E}_1, \dot{E}_2$  の交流電源と、インピーダンス  $\dot{Z}_1, \dot{Z}_2, \dot{Z}_3$  の素子が図1のように接続された回路について、以下の文章の空欄①～⑧に入る適切な式を答えよ。また、文章に続く問い⑨～⑪に答えよ。なお、電流  $\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}_3$  の向きは図中の矢印のように取るものとし、無理数は無理数のまま扱ってよいものとする。

節点 a について、キルヒホッフの電流則を適用すると、① となる。次に節点 a、b の左側の閉路にキルヒホッフの電圧則を適用すると、② を得る。同様にして右側の閉路にも電圧則を適用すると、③ を得る。これらの式より、 $\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}_3$  を  $\dot{E}_1, \dot{E}_2$  と  $\dot{Z}_1, \dot{Z}_2, \dot{Z}_3$  のみで表すと、次の3式を得ることができる。

$$\dot{I}_1 = \frac{\text{④}}{\dot{Z}_1\dot{Z}_2 + \dot{Z}_2\dot{Z}_3 + \dot{Z}_3\dot{Z}_1} \quad (1)$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\text{⑤}}{\dot{Z}_1\dot{Z}_2 + \dot{Z}_2\dot{Z}_3 + \dot{Z}_3\dot{Z}_1} \quad (2)$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\text{⑥}}{\dot{Z}_1\dot{Z}_2 + \dot{Z}_2\dot{Z}_3 + \dot{Z}_3\dot{Z}_1} \quad (3)$$

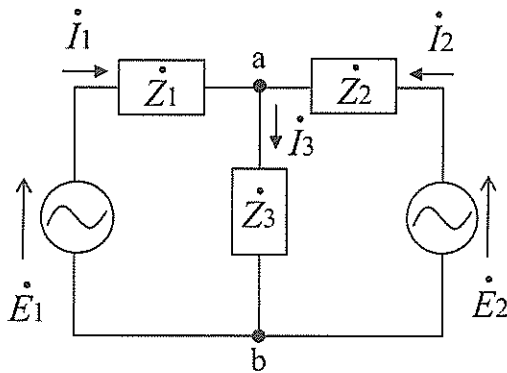


図1

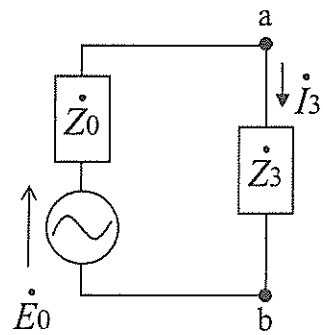


図2

さて、このような複数の電源、インピーダンスからなる交流回路網は、任意の2端子からみて、一つの起電力  $\dot{E}_0$  と一つの内部インピーダンス  $\dot{Z}_0$  が直列に接続された図2に示すような等価回路で置き換えることができる。以下、このような等価回路により、 $\dot{I}_3$  を求めることもできることを確かめよう。

まず、図1の端子 a-b 間の  $\dot{Z}_3$  を取り除いて（開放して）、a-b 間に生じる電圧  $\dot{V}_0$  を求めると、

$$\dot{V}_0 = \frac{\text{⑦}}{\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2} \quad (4)$$

を得る。次に、端子 a-b 間の  $\dot{Z}_3$  を取り除いたままで、 $\dot{E}_1 = \dot{E}_2 = 0$  となるように交流電圧源を取り除いて、それぞれを短絡し、端子 a-b 間からみたインピーダンス  $\dot{Z}_0$  を求めると、

$$\dot{Z}_0 = \frac{\text{⑧}}{\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2} \quad (5)$$

を得る。 $\dot{E}_0 = \dot{V}_0$  だから、

$$\dot{I}_3 = \frac{\text{⑥}}{\dot{Z}_1 \dot{Z}_2 + \dot{Z}_2 \dot{Z}_3 + \dot{Z}_3 \dot{Z}_1} \quad (6)$$

となる。この結果は、キルヒホッフの法則から求めた式(3)と一致することがわかる。

問い

今、図1の回路において、 $\dot{E}_1 = 100 \angle 0^\circ \text{ V}$ 、 $\dot{E}_2 = 100 \angle 90^\circ \text{ V}$ 、 $\dot{Z}_1 = 50 \Omega$ 、 $\dot{Z}_2 = 50 \Omega$  であり、角周波数は  $1000 \text{ rad/s}$  であった。また、 $\dot{Z}_3$  は、 $25 \Omega$  の抵抗とインダクタまたはキャパシタからなる。

- ⑨  $\dot{E}_0$  と  $\dot{Z}_0$  を求めよ。
- ⑩  $\dot{I}_3$  が  $\dot{E}_1$  よりも  $90^\circ$  進むためには、 $\dot{Z}_3$  を構成するインダクタまたはキャパシタの値はいくらになるか、インダクタかキャパシタかを明示して答えよ。
- ⑪ このときの  $\dot{I}_3$  のフェーザ表示を答えよ。

## II

電圧  $E$  の直流電圧源、抵抗値  $R$  の抵抗、キャパシタンス  $C$  のキャパシタ、およびスイッチ  $S$  からなる回路（図3）について考えてみよう。時刻を  $t$  で表し、回路に図3の向きに流れる電流を  $i(t)$ 、キャパシタに蓄えられる電荷を  $q(t)$  とする。最初の状態では、 $S$  は接点1および2に接続されておらず、キャパシタに電荷は蓄えられていないものとする。

$t = 0$  において、 $S$  を接点1に接続した。

- (1) このときの  $i(t)$  に関する方程式を示せ。
- (2)  $t > 0$  における  $i(t)$  を求めよ。
- (3)  $t > 0$  における  $q(t)$  を求めよ。

続いて  $t = t_1$  のとき、 $S$  を接点2に接続した。

- (4) このときの  $q(t)$  に関する方程式を示せ。
- (5)  $t > t_1$  における  $q(t)$  を求めよ。
- (6)  $t > t_1$  における  $i(t)$  を求めよ。

$E = 10 \text{ V}$ ,  $R = 10 \Omega$ ,  $C = 100 \mu\text{F}$  のとき、 $S$  を接点2に接続して回路が定常状態に達した後、 $S$  を接点1に接続した。この時刻を改めて  $t = 0$  とする。さらに、 $t = 1 \text{ ms}$  において、 $S$  を接点2に接続した。

- (7) このときの  $t > 0$  における  $i(t)$  を図示せよ。また、図に  $t = 0$  および  $t = 1 \text{ ms}$  のときの  $i(t)$  の値を書き入れよ。

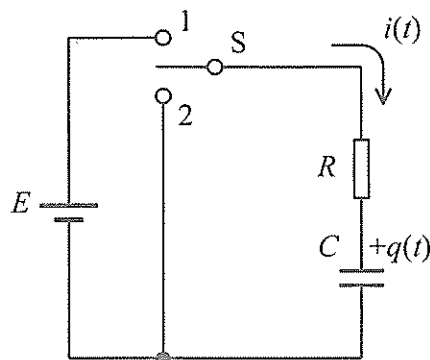


図3

(以 上)