

令和6年度専攻科入学者選抜

産業システム工学専攻 学力検査問題

電気回路

注意事項

- 1 検査開始の合図があるまで、この検査問題を開いてはならない。
- 2 検査問題は4枚、解答用紙は6枚である。検査開始の合図があってから確かめること。
- 3 検査開始の合図があったら、まず、解答用紙の各ページに受験番号・氏名を記入すること。
- 4 文字などの印刷に不鮮明な箇所があったときは、手を挙げて監督者に知らせること。
- 5 計算問題においては、適切な単位も記述すること。

[問題 1] オームの法則とキルヒホッフの法則について、以下の問に答えよ。(計 25 点)

- 問 1. 図 1 の回路において、直列に接続した抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 の両端 A・B に電圧 V を印加する。このとき、A-B 間の合成抵抗を R とすると $R = R_1 + R_2 + R_3$ になることを説明せよ。ただし、 V 、 R 、 R_1 、 R_2 、 R_3 以外の文字を使うときは適切に説明してから使うこと。また、オームの法則とキルヒホッフの法則は既知とする。(5 点)
- 問 2. 図 2 の回路において、並列に接続した抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 の両端 A・B に電圧 V を印加する。このとき、A-B 間の合成抵抗を R とすると $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ になることを説明せよ。ただし、 V 、 R 、 R_1 、 R_2 、 R_3 以外の文字を使うときは適切に説明してから使うこと。また、オームの法則とキルヒホッフの法則は既知とする。(5 点)
- 問 3. キルヒホッフの電流則について以下の問に答えよ。(5 点)
- (1) 回路の任意の 1 点における電流について、式を使わずに電流則を説明せよ。
 - (2) 図 3 において、電流則の式を答えよ。
- 問 4. キルヒホッフの電圧則について以下の問に答えよ。(5 点)
- (1) 回路の任意の 1 つの閉路に沿って一方向に 1 周したときの電圧について、式を使わずに電圧則を説明せよ。
 - (2) 図 4 において、電圧則の式を答えよ。
- 問 5. 図 5 の直流回路において、以下の問に答えよ。(5 点)
- (1) キルヒホッフの電流則の式を答えよ。
 - (2) キルヒホッフの電圧則の式を答えよ。
 - (3) $E_1 = 7$ [V]、 $E_2 = 3$ [V]、 $R_1 = 5$ [Ω]、 $R_2 = 8$ [Ω] のとき、電位差 V_{AB} を計算せよ。ただし、割り切れない場合は分数で計算せよ。

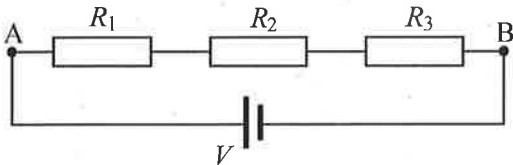


図 1 抵抗の直接接続

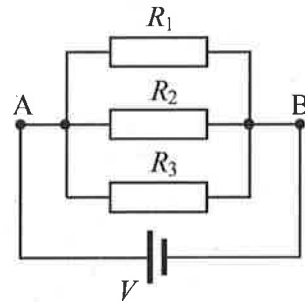


図 2 抵抗の並列接続

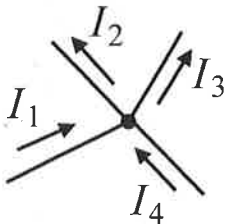


図 3 回路の任意の 1 点における電流の様子

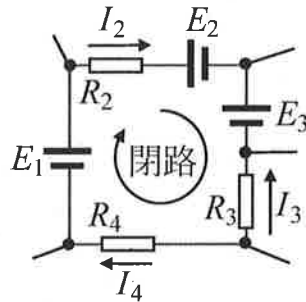


図 4 閉路

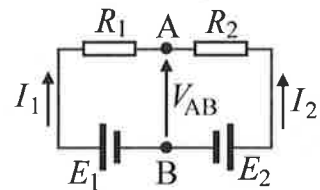


図 5 問 5 の回路図

[問題 2] 直流回路について、以下の問に答えよ。 $E_1 = 5$ [V]、 $E_2 = 3$ [V]、 $R_1 = 15$ [Ω]、 $R_2 = 10$ [Ω]、 $R_3 = 20$ [Ω] とする。
(計 25 点)

鳳-テブナンの定理を用いると、電源を含む 1 つの回路網 (図 6) 中の任意の端子 A-B 間の抵抗 R に流れる電流 I は、次のようにして求めることができる。

- 【1】 抵抗 R を取り除いて A-B 間を開放したとき、A-B 間に生じる開放電圧 V_0 を求める。(図 7)
- 【2】 A-B 間を開放し、さらに回路網中のすべての電圧源を 0 [V] として短絡したとき、A-B 間から回路内部を見たときの抵抗 R_0 を求める。(図 8)
- 【3】 元の回路網は、起電力 V_0 と内部抵抗 R_0 を直列に持つ等価電源の端子間に、抵抗 R を接続した回路と等価になり、電源 1 つと抵抗 2 つの直列回路として考えることができ、回路に流れる電流 I を求めることができる。(図 9)

- 問 1. 図 10 において、抵抗 R_3 を取り除いたときに A-B 間に現れる開放電圧 V_0 を計算せよ。ただし、割り切れない場合は分数で計算せよ。(5 点)
- 問 2. 図 10 において、抵抗 R_3 を取り除き、 E_1 、 E_2 を 0 [V] にしたときに、A-B 間から回路内部を見たときの抵抗 R_0 を計算せよ。ただし、割り切れない場合は分数で計算せよ。(5 点)
- 問 3. 図 9 を参考にして、図 10 の抵抗 R_3 に流れる電流 I_3 を計算せよ。ただし、割り切れない場合は分数で計算せよ。(5 点)
- 問 4. 図 9 において、抵抗 R で消費される電力 P_R が $P_R = R \left(\frac{V_0}{R_0 + R} \right)^2$ になることを示せ。(5 点)
- 問 5. 電力 P_R が最大となる R の大きさを答えよ。ただし、 P_R はただ 1 つの極値をもち、それが最大値になるとする。(5 点)

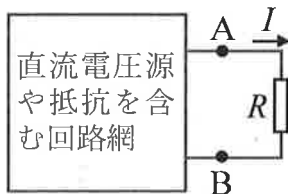


図 6 回路網

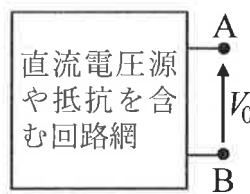


図 7 開放電圧 V_0

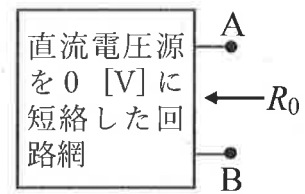


図 8 A-B 間から見た抵抗 R_0

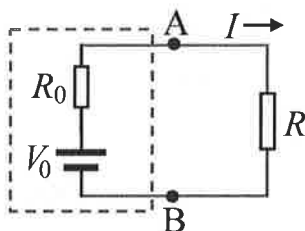


図 9 等価回路

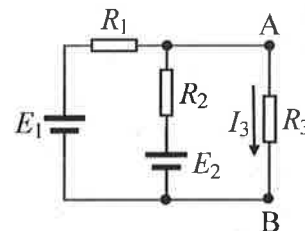
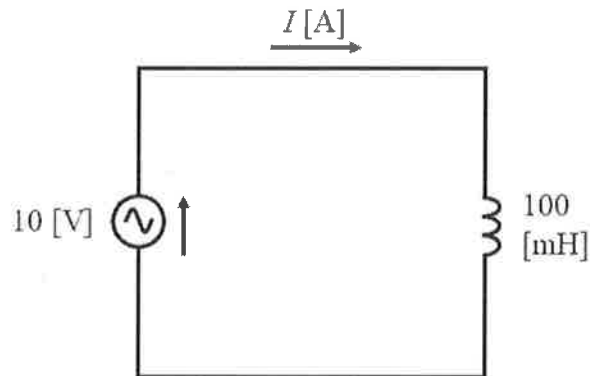


図 10 問 3 の回路図

【問題3】正弦波交流について、以下の問いに答えよ。なお、有効数字3桁で答えよ。(計25点)

- 問1. 角度を表す度 $[\circ]$ と 弧度法 $[\text{rad}]$ の関係について、 90° を弧度法で示せ。(2点)
- 問2. 正弦波交流電圧 v の瞬時値は、 $v = E_m \sin(2\pi ft + \theta)$ $[\text{V}]$ で表される。電圧の最大値が 141 $[\text{V}]$ 、周波数が 60 $[\text{Hz}]$ 、位相が 90° である正弦波交流電圧の瞬時値を式で示せ。(2点)
- 問3. 問2と同様の正弦波交流電圧(電圧の最大値が 141 $[\text{V}]$ 、周波数が 60 $[\text{Hz}]$ 、位相が 90°)について、時刻 $t = 10$ $[\text{s}]$ における瞬時値を求めよ。(2点)
- 問4. 正弦波交流電圧 $v = 10\sqrt{2} \sin\left(2\pi ft + \frac{\pi}{2}\right)$ $[\text{V}]$ をフェーザ表示で示せ。(2点)
- 問5. フェーザ表示された電圧 \dot{V} $[\text{V}]$ を直交座標表示(複素数表示)に変換せよ。(各2点、計4点)
- (1) $\dot{V} = 100\angle 30^\circ$ $[\text{V}]$
(2) $\dot{V} = 50\angle 90^\circ$ $[\text{V}]$
- 問6. 直交座標表示(複素数表示)された電圧 \dot{V} $[\text{V}]$ をフェーザ表示に変換せよ。(各2点、計4点)
- (1) $\dot{V} = 4 + j3$ $[\text{V}]$
(2) $\dot{V} = -j2$ $[\text{V}]$
- 問7. インダクタンス L $[\text{H}]$ の複素インピーダンスを式で表わせ。ただし、角周波数は ω $[\text{rad/s}]$ とする。(2点)
- 問8. キャパシタンス C $[\text{F}]$ の複素インピーダンスを式で表わせ。ただし、角周波数は ω $[\text{rad/s}]$ とする。(2点)
- 問9. 受動回路素子 R 、 L 、 C が全て直列に接続されている場合の総合インピーダンス \dot{Z} を式で示せ。(5点)

〔問題4〕以下の正弦波交流回路について、以下の問いに答えよ。なお、有効数字3桁で答えよ。(各5点、計25点)



- 問1. 交流電圧源の周波数 f が 50 [Hz] のとき、誘導性リアクタンス X_L [Ω] を求めよ。
- 問2. この回路に流れる電流の実効値 I [A] を求めよ。
- 問3. 周波数 f が4倍になると、電流 I は何倍になるか求めよ。
- 問4. 電流 I の位相は、電圧に比べて何ラジアン遅れるか答えよ。
- 問5. この回路の誘導性リアクタンス X_L が $X_L = 10$ [Ω] であるとする。正弦波交流電圧 $v = 10\sqrt{2} \sin 100\pi t$ [V] を加えた場合、この回路に流れる電流の瞬時値 i [A] の式を答えよ。