

# 名古屋工業大学

2023年度（令和5年度）

編入学者・転入学者選抜学力検査

電気・機械工学科 電気電子分野 専門試験

試験日時 2022年6月24日（金）

10:00～12:00

## （解答上の注意）

- ◎解答の際、解答用紙のホチキス止めを外してください。
- ◎配布物は、問題用紙2枚、解答用紙5枚、計算用紙1枚です。
- ◎「電気磁気学」「電気回路」の2科目両方を解答してください。
- ◎解答が解答用紙おもて面に書ききれない場合は、裏面に続けてください。その際おもて面の下側が裏面の上側になるようにしてください。
- ◎電卓は使用できません。
- ◎試験終了後は問題用紙と計算用紙を持ち帰ってください。

— 専門試験 —  
 （電気・機械工学科 電気電子分野）

科目1 電気磁気学

問題1 図1のように、接地した無限に広い導体板に誘電率  $\epsilon$  の物質（厚さ  $z_2$ ）を塗ったところ、物質の一部に電荷が分布した。導体板と物質の界面を  $z=0$  として導体板に垂直に  $z$  軸をとると、 $0 \leq z \leq z_1$  には電荷が単位体積あたりに電荷密度  $\rho$  で一様に分布し、 $z_1 < z \leq z_2$  には電荷は存在しなかった。また、電荷密度  $\rho$  で物質側に電荷が分布したことで導体板側にも電荷が誘起され、 $z=z_1$  における電場はゼロであった。以下の設問に答えよ。

- (1) 導体板に誘起された電荷の単位面積あたりの電荷密度  $\sigma$  を求めよ。
- (2) 物質内の電位を  $\varphi(z)$  とする。 $0 \leq z \leq z_1$  におけるポアソン方程式を書け。
- (3)  $0 \leq z \leq z_1$  および  $z_1 < z \leq z_2$  における電場  $E(z)$  をそれぞれ求めよ。
- (4)  $z=z_1$  での電位を  $\varphi(z_1)=0$  とすると、 $z=0$  での電位は  $\varphi(0)=-V$  ( $V>0$ ) であった。電荷が分布している層の厚さ  $z_1$  を求めよ。

問題2 図2のように、真空中（透磁率  $\mu_0$ ）に置いた無限長の直線導線に定電流  $I$  が矢印の方向に流れている。また、直線導線を含む面内には、辺の長さが  $AB=a$ ,  $BC=b$  の直角三角形の1巻きコイル ABC がある。コイルの辺 AB は直線導線と平行で、頂点 C と直線導線の中心軸の距離は  $R$  である。以下の設問に答えよ。ただし、コイルに流れる電流による磁束の影響は無視できるとする。

- (1) 直線導線の中心軸から距離  $r$  離れた点（直線導線の外）の磁束密度  $B$  を求めよ。
- (2) コイルを貫く磁束  $\Phi$  を求めよ。

ここで辺 AB を直線導線と平行に保ちながら、コイルを一定の速さ  $v$  で直線導線から遠ざけた。時刻  $t$  のとき、頂点 C と直線導線の中心軸の距離は  $vt+R$  である。

- (3) 時刻  $t$  のときコイルに生じる起電力  $e(t)$  を求めよ。
- (4) コイルを形成する導体の断面積を  $S$ , 抵抗率を  $\rho$  とする。時刻  $t$  のときコイルに流れる電流の大きさ  $i(t)$  を、 $e(t)$  を用いて表せ。また、コイルに流れる電流の向きを示せ。

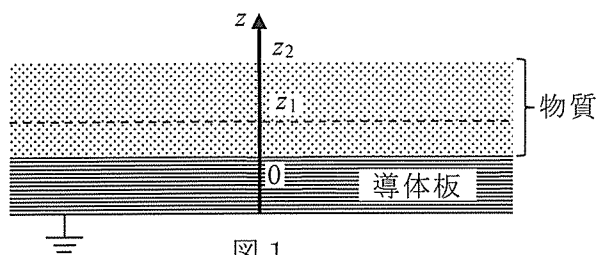


図1

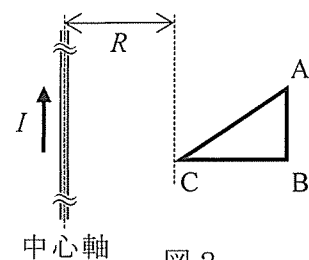


図2

— 専門試験 —

（電気・機械工学科 電気電子分野）

科目2 電気回路

問題1 図1の回路は抵抗  $R$ 、コンデンサ  $C$ 、インダクタ  $L_1, L_2$ 、スイッチ  $SW$ 、交流電源から構成される。電源の電圧は  $E$ （実効値）とし、角周波数  $\omega$  は可変とする（ $\omega > 0$ ）。 $R, L_2$  に流れる電流の実効値をそれぞれ  $I_R, I_L$  とし、 $R$  の両端にかかる電圧の実効値を  $V_R$  とする。はじめにスイッチ  $SW$  は開いているものとして、以下の問(1)、(2)に答えよ。

(1)  $\omega$  を調整したところ、 $I_R$  が最大となった。この時の  $\omega$  と  $I_R$  を求めよ。

(2) 次にスイッチ  $SW$  を閉じて、 $\omega$  を調整したところ、 $V_R = E$  となった。この時、 $E, R, L_1, L_2, C$  のうち必要なものを用いて  $\omega$  と  $I_L$  を表わせ。

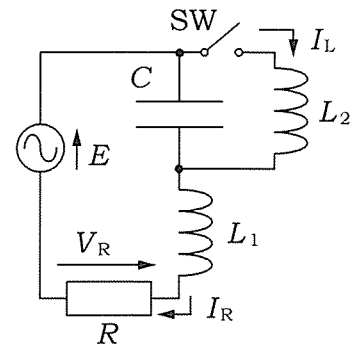


図1

問題2 図2の回路において、対称三相交流電源の角周波数  $\omega$ 、線間電圧の実効値  $E$ 、抵抗  $R$ 、インダクタのリアクタンス  $X$ 、コンデンサ  $C$  として、以下の問(1)～(3)に答えよ。ただし、スイッチ  $SW_1, SW_2, SW_3$  は全て開いているものとする。

(1) 線電流の実効値  $I$  と電源力率  $\cos\phi$  を求めよ。

(2) 電源の有効電力  $P$ 、無効電力  $Q$ 、皮相電力  $S$  をそれぞれ求めよ。

(3) 次にスイッチを全て閉じたところ、電源の力率が1となった。この時の  $C$  を求めよ。

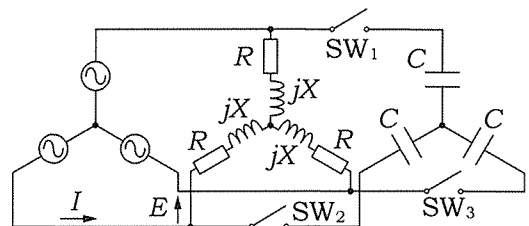


図2

問題3 図3(a)の2端子対回路において、端子1-1'間の電圧を  $\dot{E}_1$ 、電流を  $\dot{I}_1$  とし、端子2-2'間の電圧を  $\dot{E}_2$ 、電流を  $\dot{I}_2$  とする。また、インピーダンス  $Z$  および  $2Z$  が接続されているとする。以下の問(1)～(3)に答えよ。ただし、最終的な解答には数値と  $Z$  のみを用いるものとする。

(1) 端子2-2'を開放した場合の  $\dot{E}_1/\dot{E}_2$  と  $\dot{I}_1/\dot{E}_2$  を求めよ。

(2) 端子2-2'を短絡した場合の  $\dot{E}_1/\dot{I}_2$  と  $\dot{I}_1/\dot{I}_2$  を求めよ。

(3) 図3(a)の回路と、インピーダンス  $Z_1, Z_2, Z_3$  から構成される図3(b)の2端子対回路の四端子定数 (F行列) が等しくなった。このときの  $Z_1, Z_2, Z_3$  を求めよ。

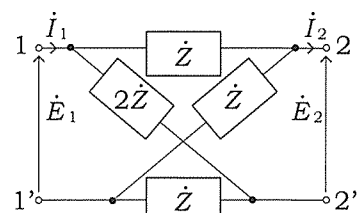


図3(a)

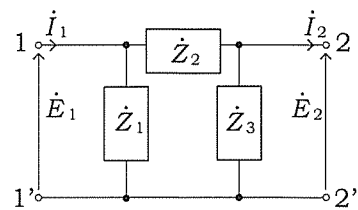


図3(b)