

名古屋工業大学

2021年度（令和3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 2020年7月29日（水）

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 真空中の場に真電荷が電荷密度 $\rho(x, y, z)$ で分布している。 $\rho(x, y, z)$ と場の電位分布 $V(x, y, z)$ を求めるため、場の静電界分布 $E(x, y, z)$ を測定した。以下の設問に答えよ。

- (1) $E(x, y, z)$ を測定したが、測定器の故障で x 軸成分は測定不能であったため、下式の $E(x, y, z)$ では未知数として $E_x(x, y, z)$ としている。

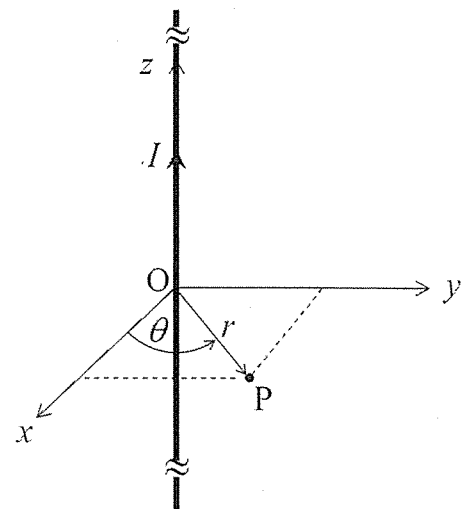
$$E(x, y, z) = E_x(x, y, z)\hat{x} + (6xy + z^3)\hat{y} + (3yz^2 - x)\hat{z}$$

静電界 E が保存的な場であること ($\text{rot}E=0$) を利用し、 $E_x(x, y, z)$ を求めよ。ただし、 $\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}$ は各軸方向の単位ベクトルで、 x 軸上において x 軸成分は $E_x(x, 0, 0)=0$ であることがわかっているものとする。

- (2) 真空の誘電率を ϵ_0 としてガウスの定理の微分形を示せ。また、それを用いて電荷密度分布 $\rho(x, y, z)$ を求めよ。
 (3) 場の電位分布 $V(x, y, z)$ を求めよ。

問題2 図に示すように、真空中の場において z 軸上の無限長直線状導体に電流 I が流れており、点 P の磁束密度 B_P を求めたい。その1つの解法として、電流 I によって生じるベクトルポテンシャル A から求める手法を考える。磁束密度分布 B は $B = \text{rot}A$ によって求まるが、ベクトルポテンシャル A は、 $B = \text{rot}A$ (a 式) に加えてもう1つの条件式 $\text{div}A = 0$ (b 式) を満たすことで一意に決定される。以下の設問に答えよ。なお、真空の透磁率を μ_0 とする。

- (1) 場の磁束密度分布 B と電流密度分布 J を用いて、アンペアの法則の微分形を示せ。
 (2) ベクトルポテンシャル A が満たす2つの条件式、a 式と b 式を用いて、場の電流密度分布 J と A との関係式を示せ。
 (3) 直交座標系での点 $P(x, y, 0)$ のベクトルポテンシャル A_P の各軸成分 A_{Px}, A_{Py}, A_{Pz} を求めよ。
 (4) 原点 O から点 P までの長さを r 、点 P の x 軸からのなす角を θ とし、円柱座標系での点 $P(r, \theta, 0)$ の磁束密度 B_P の各軸成分 $B_{Pr}, B_{P\theta}, B_{Pz}$ を求めよ。



— 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の交流回路は、電圧源 $|E|=100\text{V}$ （実効値）、抵抗 $R=6\Omega$ 、誘導性リアクタンス $X_L=8\Omega$ 、容量性リアクタンス X_C 、スイッチSWで構成されている。以下の問(1)、(2)に答えよ。

- (1) スイッチSWを開放しているとき、電源電流の実効値 $|I|$ 、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。
- (2) スイッチSWを閉じているとき、電源電流の実効値 $|I|$ を最小とする容量性リアクタンス X_C とそのときの電源電流の実効値 $|I|$ をそれぞれ求めよ。

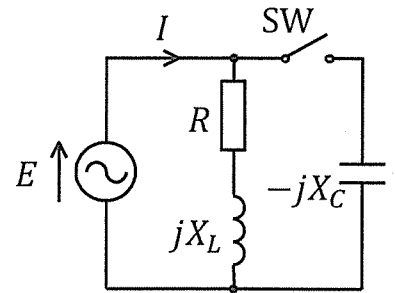


図1

問題2 図2の回路は、直流電源 $E=10\text{V}$ 、抵抗 $R=5\Omega$ 、キャパシタンス $C=10\mu\text{F}$ 、インダクタンス $L=1\text{mH}$ 、スイッチSWで構成されている。以下の問(1)、(2)に答えよ。

- (1) スイッチSWを閉じて十分時間が経ったとき、回路には直流電流が流れている。インダクタンス L の電圧 v と電流 i をそれぞれ求めよ。
- (2) (1)の直流電流が流れている状態で、スイッチSWを時刻 $t=0$ で開放したとき、インダクタンス L の電圧 $v(t)$ と電流 $i(t)$ の時間波形の式をそれぞれ導出せよ。

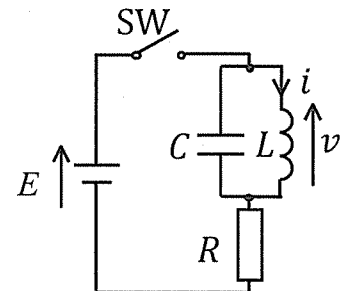


図2

問題3 図3の交流回路は、電圧源 E 、抵抗 $R_1=5\Omega$ 、 $R_2=20\Omega$ 、 $R_3=25\Omega$ 、誘導性リアクタンス $X_1=10\Omega$ 、 $X_3=100\Omega$ 、容量性リアクタンス $X_2=10\Omega$ 、スイッチSWで構成されている。以下の問(1)、(2)に答えよ。

- (1) 端子 a 、 b からみた電圧源 E 側の合成インピーダンス Z_0 を求めよ。
- (2) スイッチSWを端子1に接続したとき、電流の実効値 $|I|=1.3\text{A}$ であった。スイッチSWを端子2に接続したとき、誘導性リアクタンス X_3 の電圧実効値 $|V|$ を求めよ。

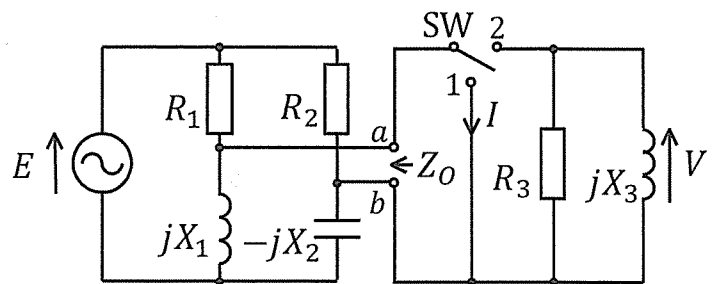


図3