

問題用紙

専攻名 電子情報通信学専攻（一般選抜）

試験科目名 専門科目
①電気回路

P. 1 / 6

I 図1に示す回路について考える。回路において、 R_1 [Ω]および R_2 [Ω]は抵抗、 X_1 [Ω]はインダクタンス L からなるリアクタンスの大きさ、 X_2 [Ω] は素子が不明な可変リアクタンスの大きさを表す。また、電源電圧 \dot{V} （ドットはベクトルを表す）の角周波数 ω は $1,000 \text{ rad/s}$ であり、スイッチ S は開いている。このとき、以下の問に、単位もつけて答えなさい。

問1 スイッチ S が開いている状態で、電源側から見た回路の全インピーダンス \dot{Z}_0 について、図1の記号を使って、直交座標形式 $(a+jb)$ で示しなさい。

問2 スイッチ S が開いている状態で、リアクタンス X_1 が 60 mH のインダクタンス L からなるとき、以下の小問に答えなさい。

- (1) リアクタンス X_1 の値を求めなさい。
- (2) 位相が 60° の電圧 \dot{V} を印加したところ、フェーザ形式で $2\sqrt{3}\angle 0^\circ$ [A] の電流 i が流れた。抵抗 R_1 の値を求めなさい。
- (3) 電源側から見た回路の全アドミタンス \dot{Y}_0 の値を直交座標形式 $(a+jb)$ で求めなさい。
- (4) 電圧 \dot{V} をフェーザ形式で求めなさい。
- (5) インピーダンス \dot{Z}_0 、アドミタンス \dot{Y}_0 、電圧 \dot{V} 、電流 i の関係を、電流 i を基準としたフェーザ図に示しなさい。

問3 スイッチ S を閉じ、 $200\angle 45^\circ$ [V] の電圧 \dot{V} を印加して、可変リアクタンスを調整したところ、定常状態で電流 i と電圧 \dot{V} の位相差がゼロになった。このとき、以下の小問に答えなさい。

- (1) 可変リアクタンスはキャパシタンスとインダクタンスのどちらか書きなさい。
- (2) 電源側から見た回路の全アドミタンス \dot{Y}_C を、図1の記号を使って、直交座標形式 $(a+jb)$ の形で示しなさい。
- (3) 抵抗 R_1 、 R_2 、リアクタンス X_1 、 X_2 の関係を一つの式で表しなさい。
- (4) 抵抗 R_1 および R_2 、リアクタンス X_1 の大きさがすべて 10Ω のとき、リアクタンス X_2 の大きさと構成するキャパシタンスまたはインダクタンスの値を求めなさい。
- (5) 問3(4)のとき、電流 i 、 i_1 および i_2 の値を直交座標形式 $(a+jb)$ で求めなさい。
- (6) 問3(4)のとき、アドミタンス \dot{Y}_C 、電圧 \dot{V} 、電流 i 、 i_1 および i_2 の関係を、アドミタンス \dot{Y}_C を基準としたフェーザ図に示しなさい。

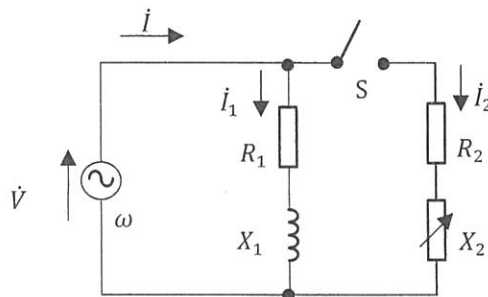


図1

専攻名	電子情報通信学専攻（一般選抜）	
試験科目名	専門科目 ②電子回路	P. 2 / 6

I 演算増幅器（オペアンプ）を用いた回路について考える。オペアンプの特性は理想的であるとする。以下の設問の回答に、単位が必要な場合には単位を含めて答えなさい。

問1 図1は、起電力 V [V] の電池、抵抗 R [Ω]、容量 C [F] のキャパシタ、スイッチ S 、オペアンプからなる回路である。キャパシタの初期電荷を0とする。このとき、以下の小問に答えなさい。

- (1) スイッチ S が開いた状態から、スイッチ S を閉じた。スイッチ S を閉じた瞬間に抵抗 R [Ω] を流れる電流 i [A] を求めなさい。
- (2) 図1の回路は、一般に、 回路と呼ばれる。 に当てはまる語句を答えなさい。
- (3) スイッチを閉じた瞬間を $t=0$ とする。ある時刻 t [s] においてキャパシタに蓄積された電荷が $Q(t)$ [C] となった。このとき、 $Q(t)$ [C] を、 V [V]、 R [Ω]、 t [s] を用いて求めなさい。
- (4) $v_o(t)$ [V] を求めなさい。

問2 図2はオペアンプを用いた発振回路である。オペアンプ $A1$ 、 $A2$ の電源電圧を ± 12 V とする。オペアンプ $A1$ の正相入力端子の電圧を v_{+A1} [V]、逆相入力端子の電圧を v_{-A1} [V] とする。以下の小問に答えなさい。

- (1) $v_{+A1} > v_{-A1}$ のときのオペアンプ $A1$ の出力 v_{o1} [V] を数値で答えなさい。
- (2) v_{+A1} [V] を、 v_{o1} [V]、 v_{o2} [V] を用いて示しなさい。
- (3) ある時刻のオペアンプ $A1$ の出力を $v_{o1}(t)$ [V] とする。初期条件として、 $t=0$ で、 $v_{o1}(0) > 0$ 、 $v_{o2}(0) = 0$ とする。このとき、 $v_{o1}(t)$ [V] と $v_{o2}(t)$ [V] との関係式を示しなさい。
- (4) (3) と同じ初期条件のもとで、発振回路の周期を T [s] とする。 $v_{+A1} > v_{-A1}$ が成立する時間範囲は、 $0 \leq t < \text{$ である。 に当てはまる物理量を、 T [s] を用いて答えなさい。
- (5) (3) と同じ初期条件のもと、 $C=0.1 \mu\text{F}$ 、 $R_1=3 \text{k}\Omega$ 、 $R_2=1 \text{k}\Omega$ 、 $R_3=3 \text{k}\Omega$ のとき、 $0 \leq t \leq 2T$ の範囲で、 $v_{o1}(t)$ 、 $v_{o2}(t)$ 、 $v_{+A1}(t)$ の波形の概形を実線で描きなさい。また、この時の発振周期 T [s] を数値で答えなさい。

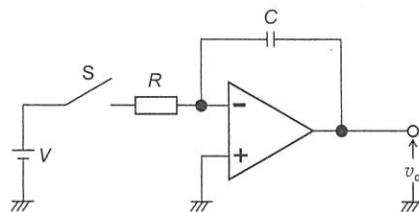


図1

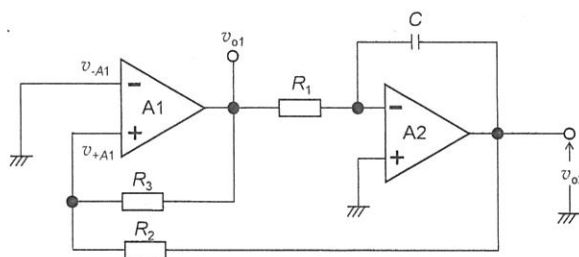


図2

専攻名 電子情報通信学専攻(一般選抜)

試験科目名 専門科目
③電気磁気学

P. 3 / 6

※ 問1と問2の解答は別々の答案用紙に書きなさい。

I 真空中における電気磁気現象に関する設問に答えなさい。真空の誘電率, 透磁率をそれぞれ ϵ_0, μ_0 とする。また, 必要であれば以下の極座標 (r, θ, ϕ) におけるベクトル公式を用いてよい。

$$\nabla f = \text{grad } f(r, \theta, \phi) = \mathbf{e}_r \frac{\partial f}{\partial r} + \mathbf{e}_\theta \frac{1}{r} \frac{\partial f}{\partial \theta} + \mathbf{e}_\phi \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial f}{\partial \phi}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{F} = \text{div } \mathbf{F}(r, \theta, \phi) = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 F_r) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} (\sin \theta F_\theta) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial F_\phi}{\partial \phi}$$

$$\nabla \times \mathbf{F} = \text{rot } \mathbf{F}(r, \theta, \phi) = \mathbf{e}_r \frac{1}{r \sin \theta} \left[\frac{\partial}{\partial \theta} (\sin \theta F_\phi) - \frac{\partial F_\theta}{\partial \phi} \right] + \mathbf{e}_\theta \frac{1}{r} \left[\frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial F_r}{\partial \phi} - \frac{\partial (r F_\phi)}{\partial r} \right] + \mathbf{e}_\phi \frac{1}{r} \left[\frac{\partial (r F_\theta)}{\partial r} - \frac{\partial F_r}{\partial \theta} \right]$$

$$\nabla^2 f = \text{div grad } f(r, \theta, \phi) = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial f}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial f}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 f}{\partial \phi^2}$$

問1 原点に点電荷, 周囲に連続的電荷が分布している空間の静電ポテンシャル(電位) $V(r)$ が次式で与えられているとする。原点からの距離を r として以下の小問に答えなさい。

$$V(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^{-kr}}{r} \quad (\because k(= \text{const.}) > 0)$$

- (1) 電界の大きさを求めなさい。
- (2) 半径 r 内の電荷量をガウスの法則を用いて求めなさい。
- (3) 原点の点電荷の電荷量を求めなさい。
- (4) 全空間での電荷量を求めなさい。
- (5) 原点を除く空間での体積電荷密度を求めなさい。
- (6) 原点を除く空間での電荷量を求めなさい。

問2 図1のように, z 軸を中心軸として置かれた半径 a の無限長円柱状導体に, 電流密度 J [A/m²]の電流が $+z$ 方向に一様に流れている。 z 軸から垂直方向の距離を r として以下の小問に答えなさい。

- (1) 導体内($r < a$)に生じる磁界の大きさを求めなさい。
- (2) 導体外($r \geq a$)に生じる磁界の大きさを求めなさい。
- (3) 図2のように, 半径 a の無限長円柱状導体内に, 中心軸を x 方向へ d (> 0)だけシフトした半径 b の無限長円柱状空洞を作った。この空洞内に生じる磁界の大きさを求めなさい。ただし, この円柱状空洞は半径 a の円柱状導体からはみ出ないものとする。

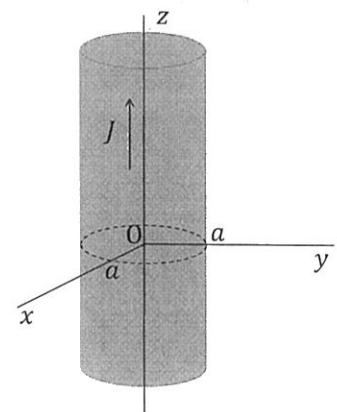


図1

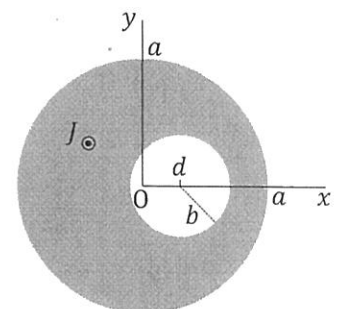


図2

専攻名 電子情報通信学専攻 (一般選抜)

試験科目名 専門科目
④情報理論

P.4 / 6

- I 図1に示すように、入力記号集合 $A = \{a_1, a_2\}$ 、出力記号集合 $B = \{b_1, b_2\}$ で、各入力記号の生起確率は $p(a_1) = \frac{1}{2}$ 、 $p(a_2) = \frac{1}{2}$ である。通信路行列が

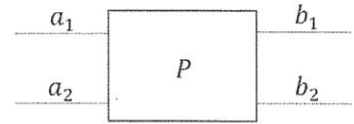


図1

$$P = \begin{bmatrix} p(b_1|a_1) & p(b_2|a_1) \\ p(b_1|a_2) & p(b_2|a_2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{3}{4} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix}$$

である通信路を介して、2元系列を

転送することを考える。以下の問に答えなさい。ただし、解答に現れる対数は3以上の素数 m に対する $\log_2 m$ の形で表すこと。

- 問1 入力記号集合のエントロピー $H(A)$ を求めなさい。
 問2 出力が記号 b_1 になる確率を求めなさい。
 問3 出力が記号 b_2 になる確率を求めなさい。
 問4 受信記号集合のエントロピー $H(B)$ を求めなさい。
 問5 結合エントロピー $H(A, B)$ を求めなさい。
 問6 条件付きエントロピー $H(A|B)$ を求めなさい。
 問7 相互情報量 $I(A; B)$ を求めなさい。

問題用紙

専攻名 電子情報通信学専攻（一般選抜）

試験科目名 専門科目
⑤アルゴリズムとデータ構造

P. 5 / 6

I 以下の問に答えなさい。

問1 図1に示す整数をノードとした木を根から深さ優先で探索しながらある処理を行う。なお、探索は先行順、つまり、ノードに最初に到達した順で処理を行い、子ノードは左を優先してたどる。

- (1) ノードを処理が行われる順に示しなさい。
- (2) 訪れたノードが偶数の場合にはその値をスタックの先頭にプッシュし、奇数の場合にはスタックからポップするという処理を考える。木の探索を終えた時、スタックの先頭要素を示しなさい。
- (3) 訪れたノードが偶数の場合にはその値をキューの末尾にエンキューし、奇数の場合にはキューからデキューするという処理を考える。木の探索を終えた時、キューの先頭要素を示しなさい。

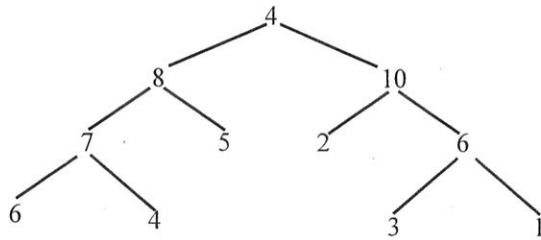


図1

問2 1台のロボットが、時刻 $t = 1, 2, 3$ で3つのレーン S_1, S_2, S_3 のいずれかで作業を行う。各レーンでの作業には作業コスト $f(S_1) = 1, f(S_2) = 2, f(S_3) = 4$ がかかる。時刻 $t-1$ から t の間 ($1 \leq t \leq 3$)、ロボットはレーンを移動することができるが、レーン S_i からレーン S_j への移動には表1に示す移動コスト $g(S_i, S_j)$ ($1 \leq i \leq 3, 1 \leq j \leq 3$) がかかる。なお、時刻 $t = 0$ においてロボットは S_2 にある。

- (1) ロボットが下に示すアルゴリズム1で作業レーンを決定するとき、時刻 $t = 3$ までにかかるコストの合計と、ロボットが時刻 $t = 1, 2, 3$ で作業するレーンをそれぞれ示しなさい。

表1

$S_i \backslash S_j$	S_1	S_2	S_3
S_1	7	2	3
S_2	8	9	7
S_3	4	6	8

アルゴリズム1: 次のレーンへの移動コストと移動先での作業コストの和が一番小さいレーンを選択することを繰り返す。

- (2) ロボットが下に示すアルゴリズム2で作業レーンを決定するとき、時刻 $t = 3$ までにかかるコストの合計と、ロボットが時刻 $t = 1, 2, 3$ で作業するレーンをそれぞれ示しなさい。

アルゴリズム2: ある時刻 t ($1 \leq t \leq 3$) においてレーン S_j で作業したとすると、時刻 t までにかかるコストの合計の最小値 $C(S_j, t)$ は次の漸化式で与えられる。

$$C(S_j, t) = \min_{1 \leq i \leq 3} \{C(S_i, t-1) + f(S_j) + g(S_i, S_j)\}, C(S_1, 0) = C(S_2, 0) = C(S_3, 0) = 0$$

時刻 $t = 3$ までにかかるコストの合計が $\min_{1 \leq j \leq 3} \{C(S_j, 3)\}$ に等しくなるように、時刻 $t = 1, 2, 3$ における作業レーンを選ぶ。

- (3) アルゴリズム1の設計技法の名称を答えなさい。
- (4) アルゴリズム2の設計技法の名称を答えなさい。

問題用紙

専攻名	電子情報通信学専攻(一般選抜)	
試験科目名	専門科目 ⑥論理回路	P. 6 / 6

I 以下の問に答えなさい。

問1 符号ビットを含めて8ビットの2の補数で表した2つの正の整数の和を計算したところ、オーバーフローを起こして-24となった。正しい計算結果を答えなさい。

問2 4ビットのBCD符号 $A_4A_3A_2A_1$ により入力される数値が3の倍数の場合、出力 Z に1を出力する回路がある。この回路の論理式を最も簡単化した積和形で答えなさい。ただし、0は全ての数の倍数とする。

問3 以下の論理式を簡単化した式を示し、NANDゲートのみを用いた論理回路図を答えなさい。

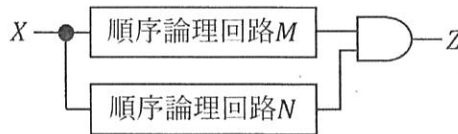
$$F = \overline{A}B + \overline{A}B\overline{C} + ABC$$

問4 以下の論理式の主加法標準展開形を答えなさい。

$$F = \overline{A+B+C} + \overline{A}(B \oplus C) + B$$

問5 1ビットの入力 X と1ビットの出力 Z_M を持つDフリップフロップと1つのゲートで構成される順序論理回路 M がある。この回路は1つ前の入力(現在の状態)と現在の入力異なる場合、1を出力する。この回路の状態遷移表と回路図を示しなさい。ただし、現在の状態を Q_M 、次の状態を Q'_M とする。

問6 1ビットの入力 X と1ビットの出力 Z_N を持つ順序論理回路 N がある。この回路の応用方程式は $Q'_N = X\overline{Q_N} + \overline{X}Q_N$ であり、出力の論理式は $Z_N = XQ_N$ である。ここでは、現在の状態を Q_N 、次の状態を Q'_N で示している。この回路を問5の順序論理回路 M と図のように結合する。結合した回路を1つの順序論理回路とみなしたときの状態遷移表と状態遷移図を答えなさい。



問7 クロックパルス CK の立ち上がりで動作するJKフリップフロップを用いた図のような回路がある。(Q_1, Q_2, Q_3) の初期状態を (0, 0, 0) とするとき、8個のクロックパルスに対する Q_1, Q_2, Q_3 のタイミングチャートを答えなさい。

