

問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (General Selection)

Question Sheets

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	電気システム制御 (専門科目I) (Electrical, Systems, and Control Engineering I)	プログラム Program	電気システム制御 (Electrical, Systems, and Control Engineering) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--	------------------------------	---

試験時間 : 9 時 00 分 ~ 12 時 00 分 (Examination Time : From 9:00 to 12:00)

受験上の注意事項

- 問題用紙は表紙を含み 4 枚, 解答用紙は表紙を含み 4 枚あります。
- 問題用紙及び解答用紙のそれぞれに, 受験番号を記入してください。
- これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
- 解答が書ききれないときは, 同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし, その場合は「裏に続く」などと裏面に記載したことが分かるようにしておくこと。
- 問題 A-1, A-2, A-3 の 3 問に解答しなさい。解答の順番は順不同とするが, 必ず問題番号を記載して解答すること。
- 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
- 問題中「図に書きなさい」という指示がある場合は, 解答用紙に記入すること。
- 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げてください。

Notices

- There are 4 question sheets and 4 answer sheets including a front sheet.
- Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question and answer sheet.
- This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
- If the space is exhausted, use the reverse side of the sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
- Solve 3 questions A-1, A-2 and A-3 in any order. Never fail to fill in question number in each answer sheet.
- Return these question sheets together with the answer sheets.
- If given the instruction to draw a diagram, draw it on the answer sheet.
- Raise your hand if you have any questions.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	電気システム制御 (専門科目I) (Electrical, Systems, and Control Engineering I)	プログラム Program	電気システム制御 (Electrical, Systems, and Control Engineering) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--	------------------------------	---

A-1

2×2 対称行列 A を用いて表される以下の 2 次曲線を考える.

$$x^2 + 2\sqrt{3}xy + 3y^2 + 2\sqrt{3}x - 2y = \begin{pmatrix} x & y \end{pmatrix} A \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2\sqrt{3} & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = 0$$

- (1) A を求めよ. また, A のすべての固有値を求めよ.
- (2) 行列 $P = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$ ($0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$) に対して, $P^{-1}AP$ が対角行列となるような θ の値をすべて求めよ.
- (3) 与えられた 2 次曲線を xy 平面に図示せよ.

Consider the quadratic curve represented as follows.

$$x^2 + 2\sqrt{3}xy + 3y^2 + 2\sqrt{3}x - 2y = \begin{pmatrix} x & y \end{pmatrix} A \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2\sqrt{3} & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = 0,$$

where A is a 2×2 symmetric matrix.

- (1) Find A and all the eigenvalues of A .
- (2) For the matrix $P = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$ ($0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$), find all the values of θ such that $P^{-1}AP$ is a diagonal matrix.
- (3) Draw the quadratic curve on the xy plane.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	電気システム制御 (専門科目I) (Electrical, Systems, and Control Engineering I)	プログラム Program	電気システム制御 (Electrical, Systems, and Control Engineering) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--	------------------------------	---

A-2

- 極限 $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2(\log x)^2}{(x-1)^2(3x+1)}$ を求めよ。ただし, $\log x$ は x の自然対数を表す。
 - 積分 $\int_{-\frac{1}{4}\pi}^{\frac{3}{4}\pi} e^{-2(x+\frac{\pi}{4})}(\sin x + \cos x) dx$ の値を求めよ。
 - 関数 $f(x, y) = \sqrt{x^2 + y^2} + \frac{5}{x^2 + y^2 + 1}$ を考える。
 (1) $\frac{\partial f}{\partial x}$ および $\frac{\partial f}{\partial y}$ を求めよ。
 (2) $(a, b) = (3 \cos \theta, 3 \sin \theta)$ ($0 \leq \theta \leq 2\pi$) に対し, $g(t) = f(a + t \cos \theta, b + t \sin \theta) - f(a, b)$ とする。
 極限 $\lim_{t \rightarrow 0} \frac{g(t)}{t}$ を求めよ。
 - 重積分 $\iint_D \left\{ \frac{x^2}{3} + x(y-1) \right\} dx dy$ の値を求めよ。ただし, $D = \left\{ (x, y) \mid \frac{x^2}{9} + \frac{(y-1)^2}{4} \leq 1 \right\}$ とする。
- Find the limit $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2(\log x)^2}{(x-1)^2(3x+1)}$. Here, $\log x$ denotes the natural logarithm of x .
 - Evaluate the integral $\int_{-\frac{1}{4}\pi}^{\frac{3}{4}\pi} e^{-2(x+\frac{\pi}{4})}(\sin x + \cos x) dx$.
 - Consider the function $f(x, y) = \sqrt{x^2 + y^2} + \frac{5}{x^2 + y^2 + 1}$.
 (1) Find $\frac{\partial f}{\partial x}$ and $\frac{\partial f}{\partial y}$.
 (2) For $(a, b) = (3 \cos \theta, 3 \sin \theta)$ ($0 \leq \theta \leq 2\pi$), let $g(t) = f(a + t \cos \theta, b + t \sin \theta) - f(a, b)$.
 Find the limit $\lim_{t \rightarrow 0} \frac{g(t)}{t}$.
 - Evaluate the double integral $\iint_D \left\{ \frac{x^2}{3} + x(y-1) \right\} dx dy$, where $D = \left\{ (x, y) \mid \frac{x^2}{9} + \frac{(y-1)^2}{4} \leq 1 \right\}$.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	電気システム制御 (専門科目 I) (Electrical, Systems, and Control Engineering I)	プログラム Program	電気システム制御 (Electrical, Systems, and Control Engineering) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--	------------------------------	---

A-3

独立な確率変数 X, Y について考える. X の確率密度関数 $f(x)$ が, c を定数として

$$f(x) = \begin{cases} c(x-1)^2 & (0 \leq x \leq 2), \\ 0 & (x < 0 \text{ または } x > 2) \end{cases}$$

であり, Y の分布関数が $G(x) = P(Y \leq x) = \min\{e^{3x}, 1\}$ であるとする.

ここで, $\min\{a, b\}$ は a, b の最小値を表す.

- (1) 定数 c と 確率 $P\left(\frac{1}{2} < X \leq 3, -2 < Y \leq 1\right)$ をそれぞれ求めよ.
- (2) 確率変数 $Z = 2X - Y + 3$ の期待値 $E(Z)$ と 分散 $V(Z)$ をそれぞれ求めよ.

Consider independent random variables X and Y . Let the probability density function of X be

$$f(x) = \begin{cases} c(x-1)^2 & (0 \leq x \leq 2), \\ 0 & (x < 0 \text{ or } x > 2), \end{cases}$$

where c is a constant, and let the distribution function of Y be $G(x) = P(Y \leq x) = \min\{e^{3x}, 1\}$.

Here, $\min\{a, b\}$ stands for the minimum of a and b .

- (1) Find the constant c and the probability $P\left(\frac{1}{2} < X \leq 3, -2 < Y \leq 1\right)$, respectively.
- (2) Find the expectation $E(Z)$ and the variance $V(Z)$ of the random variable $Z = 2X - Y + 3$, respectively.

問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (General Selection)

Question Sheets

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	電気システム制御 (専門科目 II) (Electrical, Systems, and Control Engineering II)	プログラム Program	電気システム制御 (Electrical, Systems, and Control Engineering) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--	------------------------------	---

試験時間 : 13 時 30 分 ~ 16 時 30 分 (Examination Time : From 13:30 to 16:30)

受験上の注意事項

- 問題用紙は表紙を含み 7 枚, 解答用紙は表紙を含み 4 枚あります。
- 問題用紙及び解答用紙のそれぞれに, 受験番号を記入してください。
- これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
- 解答が書ききれないときは, 同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし, その場合は「裏に続く」などと裏面に記載したことが分かるようにしておくこと。
- 問題 B-1, B-2, B-3, B-4, B-5, B-6 の 6 問中から 3 問選択し解答しなさい。解答の順番は順不同とするが, 必ず問題番号を記載して解答すること。なお, 選択した問題は, 下欄の表に○印を付して表示すること。
- 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
- 問題中「図に書きなさい」という指示がある場合は, 解答用紙に記入すること。
- 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げてください。

Notices

- There are 7 question sheets and 4 answer sheets including a front sheet.
- Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question and answer sheet.
- This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
- If the space is exhausted, use the reverse side of the sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
- Select 3 specialized subjects among the following 6 specialized subjects (B-1, B-2, B-3, B-4, B-5 and B-6) and answer these questions. Solve the questions that you selected, but never fail to fill in the specialized subject and question number in each answer sheet. Moreover, mark specialized subjects that you have selected with circles in the Mark column in the Table given below.
- Return these question sheets together with the answer sheets.
- If given the instruction to draw a diagram, draw it on the answer sheet.
- Raise your hand if you have any questions.

問題番号 Question Number	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6
選択 Selection						

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	電気システム制御 (専門科目 II) (Electrical, Systems, and Control Engineering II)	プログラム Program	電気システム制御 (Electrical, Systems, and Control Engineering) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--	------------------------------	---

B-1

Figure 1 は, ある電源が理想変成器を通して抵抗負荷と誘導性負荷に対して電力供給を行う電気回路である. 以下のことを仮定する.

- ・ ドット(\cdot)は複素数表示を意味する.
- ・ \dot{E} は, 実効値 E と角周波数 ω をもつ正弦波交流電圧源の電圧とする.
- ・ R_1, R_2 は抵抗, L_1, L_2 はインダクタンスである.
- ・ 理想変成器の巻数比を $1:n$ とする.

この回路について, 以下の設問に答えよ.

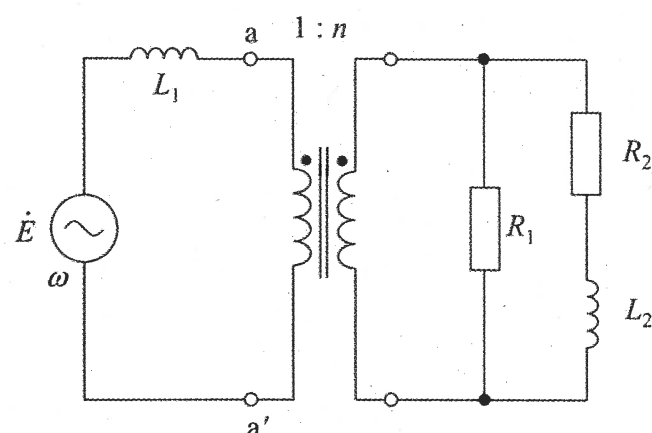


Figure 1

- (1) 端子 a-a' からみた右側の回路のインピーダンスを求めよ.
- (2) 理想変成器の 1 次側と 2 次側の電圧をそれぞれ求めよ.
- (3) 抵抗負荷(R_1)と誘導性負荷(R_2, L_2)で消費される電力をそれぞれ求めよ.

Figure 1 shows an electric circuit in which a power source supplies power to resistive and inductive loads through an ideal transformer. The followings are assumed:

- ・ A dot (\cdot) means the complex number expression.
- ・ \dot{E} denotes the voltage of a sinusoidal AC voltage source with the effective value E and the angular frequency ω .
- ・ R_1 and R_2 are resistances, and L_1 and L_2 are inductances.
- ・ The turns ratio of the ideal transformer is $1:n$.

For this circuit, answer the following questions.

- (1) Find the impedance of the part of the circuit to the right of the terminals a-a'.
- (2) Determine the primary side and the secondary side voltages of the ideal transformer, respectively.
- (3) Determine the power consumed at the resistive load (R_1) and the power consumed at the inductive load (R_2, L_2).

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	電気システム制御 (専門科目 II) (Electrical, Systems, and Control Engineering II)	プログラム Program	電気システム制御 (Electrical, Systems, and Control Engineering) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--	------------------------------	---

B-2

$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{x}}(t) &= \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -0.5 & -1 \end{bmatrix} \mathbf{x}(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 3 \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) &= [1 \quad 0] \mathbf{x}(t)\end{aligned} \quad (\text{I})$$

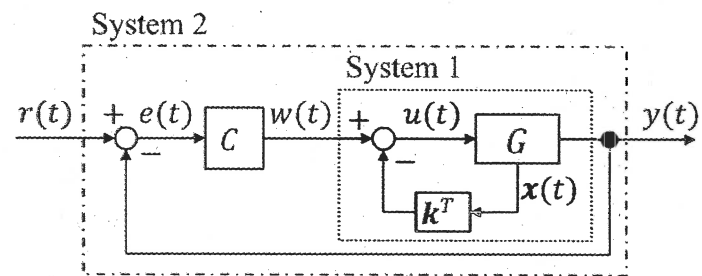


Figure 1

制御対象 G が (I) 式の状態空間表現で与えられるとき, 目標値を $r(t)$ とする制御系 (Figure 1) を考える. ここで, $\mathbf{x}(t) = [x_1(t) \ x_2(t)]^T$, $u(t)$, $y(t)$ は, 時刻 t における状態ベクトル, 入力, 出力をそれぞれ表す. System 1 は, $u(t) = -[k_1 \ k_2] \mathbf{x}(t)$ で与えられる状態フィードバック制御則を用いて, 極が -1 と -2 に配置されるものとする. System 2 において, $e(t) = r(t) - y(t)$ は制御偏差を, $w(t)$ は制御器 C からの出力を表す. 以下の設問に答えよ.

- (1) 制御対象 G が可制御であることを示せ.
- (2) フィードバックゲイン $\mathbf{k}^T = [k_1 \ k_2]$ を求めよ.
- (3) System 1 の伝達関数表現が $\frac{Y(s)}{W(s)} = \frac{3}{(s+1)(s+2)}$ となることを示せ. ただし, $W(s) = \mathcal{L}[w(t)]$, $Y(s) = \mathcal{L}[y(t)]$ である.
- (4) C の制御則が積分ゲイン K_I を用いて $w(t) = K_I \int_0^t e(\tau) d\tau$ で与えられるとき, System 2 が安定となる K_I の範囲を求めよ.

Consider the control system (Figure 1) with the reference signal $r(t)$, when the controlled object G is given by the state-space representation of Equation (I). Here, $\mathbf{x}(t) = [x_1(t) \ x_2(t)]^T$, $u(t)$, and $y(t)$ represent the state vector, the input, and the output at time t , respectively. In System 1, the poles are placed at -1 and -2 using the state feedback control law given by $u(t) = -[k_1 \ k_2] \mathbf{x}(t)$. In System 2, $e(t) = r(t) - y(t)$ represents the control error, and $w(t)$ is the output from the controller C . Answer the following questions.

- (1) Show that the controlled object G is controllable.
- (2) Determine the feedback gains $\mathbf{k}^T = [k_1 \ k_2]$.
- (3) Show that the transfer function of System 1 is represented by $\frac{Y(s)}{W(s)} = \frac{3}{(s+1)(s+2)}$. Here, $W(s) = \mathcal{L}[w(t)]$, and $Y(s) = \mathcal{L}[y(t)]$.
- (4) Determine the range of the integral gain K_I such that System 2 is stable, when the control law of C is given by $w(t) = K_I \int_0^t e(\tau) d\tau$.

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	電気システム制御 (専門科目 II) (Electrical, Systems, and Control Engineering II)	プログラム Program	電気システム制御 (Electrical, Systems, and Control Engineering) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--	------------------------------	---

B-3

Figure 1 で与えられる回路を考える. ただし, 回路中の演算増幅器は理想特性をもち, 角周波数を ω とする. また V_i は回路の入力電圧, V_o は回路の出力電圧, R_1, R_2, R_3, R_4 は抵抗の値, C_1, C_2 はキャパシタの値である. 次の問いに答えよ.

1. A 点の電位を V_A としたとき, V_A を V_i を使って表せ.
2. V_o を V_A を使って表せ.
3. この回路の発振角周波数を求めよ.
4. $C_1 = C_2 = C$, $R_3 = R_4 = R$ のとき, この回路が発振するための条件を求めよ.

Consider the circuit given by Figure 1, where the operational amplifier in the circuit has ideal characteristics, the angular frequency is ω , V_i is the input voltage of the circuit, V_o is the output voltage of the circuit, R_1, R_2, R_3 and R_4 are the values of the resistors, and C_1 and C_2 are the values of the capacitors, respectively. Answer the following questions:

1. Represent V_A using V_i when the voltage at the point A is V_A .
2. Represent V_o using V_A .
3. Find the oscillation angular frequency of this circuit.
4. Find the oscillation condition of this circuit when $C_1 = C_2 = C$ and $R_3 = R_4 = R$.

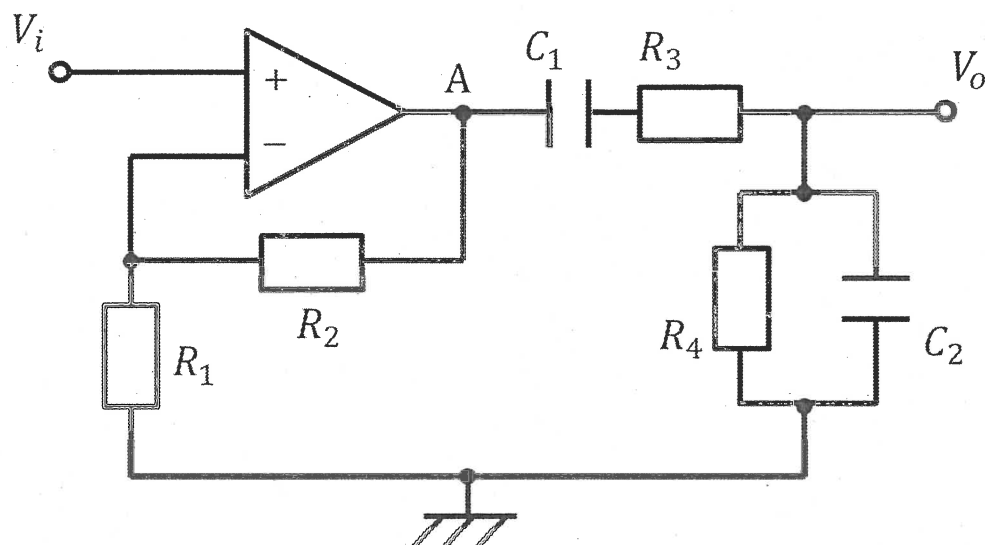


Figure 1

試験科目 Subject	電気システム制御 (専門科目 II) (Electrical, Systems, and Control Engineering II)	プログラム Program	電気システム制御 (Electrical, Systems, and Control Engineering) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--	------------------------------	---

B-4

Fig. 1 で示す 7 つの LED (a, b, c, d, e, f, g) を点灯させる 7 セグメント表示器に表示する場合、4 つの論理変数 x_i ($i = 0, 1, 2, 3$) で表される次の十進数 X について、以下の問いに答えよ。

$$X = \sum_{k=0}^3 2^k x_k$$

- (1) X が奇数の場合に 1 を返す論理関数を x_i ($i = 0, 1, 2, 3$) を用いた最小積和形として記述せよ。
- (2) X が奇数または $X \geq 10$ の場合に 1 を返す論理関数を x_i ($i = 0, 1, 2, 3$) を用いた最小積和形として記述せよ。
- (3) 7 セグメント表示について X が Fig. 2 のように割り当てられた場合、 x_i ($i = 0, 1, 2, 3$) と 7 セグメント出力 a, b, \dots, g の関係を表す真理値表を記述せよ。
- (4) X が Fig. 2 のように割り当てられた場合、出力 a, b, \dots, g それぞれに対する論理関数を x_i ($i = 0, 1, 2, 3$) を用いた最小積和形として記述せよ。
- (5) (4)で求めた論理関数に基づいて、 X が Fig. 2 のように割り当てられた場合、 X を 7 セグメント出力する論理回路を記述せよ。

When displaying the seven LED (a, b, c, d, e, f , and g shown in Fig. 1) on a 7-segment indicator, answer the following questions on the decimal number X , which is represented by four logic variables x_i ($i = 0, 1, 2, 3$).

$$X = \sum_{k=0}^3 2^k x_k$$

- (1) Describe a logic function that returns 1 when X is an odd number using a minimum sum-of-products form with x_i ($i = 0, 1, 2, 3$).
- (2) Describe a logic function that returns 1 when X is an odd number or $X \geq 10$ using a minimum sum-of-products form with x_i ($i = 0, 1, 2, 3$).
- (3) Describe a truth table that shows the relationship between x_i ($i = 0, 1, 2, 3$) and the 7-segment outputs a, b, \dots, g when X is assigned in the 7-segment indicator as shown in Fig. 2.
- (4) Describe logic functions for outputs a, b, \dots, g using minimum sum-of-products forms with x_i ($i = 0, 1, 2, 3$), respectively, when X is assigned as shown in Fig. 2.
- (5) Based on the logic function derived in (4), write a logic circuit that outputs X in the 7-segment indicator when X is assigned as shown in Fig. 2.

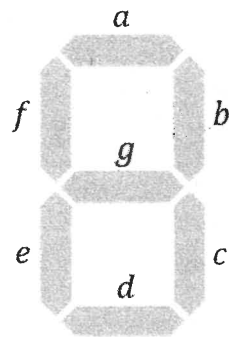


Fig. 1

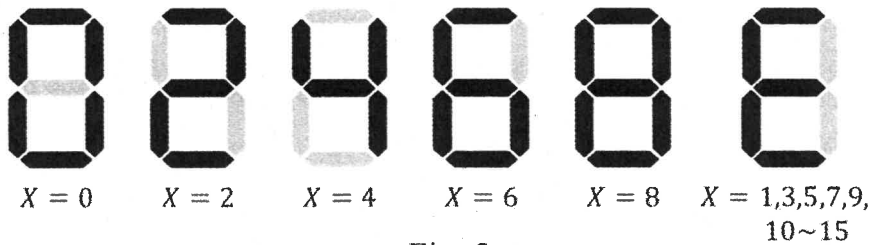


Fig. 2
(black = 1, gray = 0)

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	電気システム制御 (専門科目 II) (Electrical, Systems, and Control Engineering II)	プログラム Program	電気システム制御 (Electrical, Systems, and Control Engineering) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--	------------------------------	---

B-5

(I) 次の線形計画問題 (1) について, 問 (Ia), (Ib) に答えよ.

$$\begin{aligned}
 &\text{minimize} && z = 3x_1 + 2x_2 \\
 &\text{subject to} && x_1 + x_2 \geq 10 \\
 &&& 2x_1 + x_2 \geq 12 \\
 &&& x_1 + 2x_2 \geq 14 \\
 &&& x_1, x_2 \geq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

(Ia) シンプレックス法を用いて最適解 (x_1^*, x_2^*) を求めよ. また, 最適解に対応する目的関数値 z^* を求めよ.

(Ib) 図的解法を用いて最適解 (x_1^*, x_2^*) を求めよ.

(II) 次の非線形計画問題 (2) について, 問 (IIa), (IIb) に答えよ.

$$\begin{aligned}
 &\text{minimize} && f(x_1, x_2) = (x_1 + 3)^2 + (x_2 - 5)^2 \\
 &\text{subject to} && g_1(x_1, x_2) = x_1^2 - 4x_1 - x_2 \leq 0 \\
 &&& g_2(x_1, x_2) = 2x_1^2 - 2x_1 + x_2 - 9 \leq 0
 \end{aligned} \tag{2}$$

(IIa) 図的解法を用いて最適解 (x_1^{**}, x_2^{**}) を求めよ.

(IIb) (IIa) で求めた最適解 (x_1^{**}, x_2^{**}) が, 1 次の最適性の必要条件 (Karush-Kuhn-Tucker condition, KKT 条件) を満たすか否かを理由とともに示せ.

(I) For the following linear programming problem (1), answer the questions (Ia) and (Ib) below.

$$\begin{aligned}
 &\text{minimize} && z = 3x_1 + 2x_2 \\
 &\text{subject to} && x_1 + x_2 \geq 10 \\
 &&& 2x_1 + x_2 \geq 12 \\
 &&& x_1 + 2x_2 \geq 14 \\
 &&& x_1, x_2 \geq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

(Ia) Using the simplex method, find the optimal solution (x_1^*, x_2^*) . Additionally, determine the objective function value z^* corresponding to the optimal solution.

(Ib) Find the optimal solution (x_1^*, x_2^*) graphically.

(II) For the following nonlinear programming problem (2), answer the questions (IIa) and (IIb) below.

$$\begin{aligned}
 &\text{minimize} && f(x_1, x_2) = (x_1 + 3)^2 + (x_2 - 5)^2 \\
 &\text{subject to} && g_1(x_1, x_2) = x_1^2 - 4x_1 - x_2 \leq 0 \\
 &&& g_2(x_1, x_2) = 2x_1^2 - 2x_1 + x_2 - 9 \leq 0
 \end{aligned} \tag{2}$$

(IIa) Find an optimal solution (x_1^{**}, x_2^{**}) graphically.

(IIb) Show whether or not the optimal solution (x_1^{**}, x_2^{**}) which is found in (IIa) satisfies the necessary condition for the first-order optimality condition (Karush-Kuhn-Tucker (KKT) condition), and provide the reasoning.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	電気システム制御 (専門科目 II) (Electrical, Systems, and Control Engineering II)	プログラム Program	電気システム制御 (Electrical, Systems, and Control Engineering) スマートイノベーション (Smart Innovation)	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--	------------------------------	---

B-6

$y(x)$ についての微分方程式

$$y'' + ay' + by = ce^{2x} \quad (*)$$

を考える. ただし, a, b, c は実数とする.

- (1) $a = -4, b = 4, c = 0$ のとき, 方程式 $(*)$ の一般解を求めよ.
- (2) $a = b = 1, c = -2$ のとき, 方程式 $(*)$ の特殊解を 1 つ求めよ.
- (3) $a = -3, b = 2, c = 3$ のとき, 方程式 $(*)$ の特殊解を 1 つ求めよ.
- (4) $a = -4, b = 4, c = 1$ のとき, 方程式 $(*)$ の解 $y(x)$ で, $y(0) = 1, y'(0) = -2$ を満たすものを求めよ.

Consider the differential equation

$$y'' + ay' + by = ce^{2x} \quad (*)$$

for $y(x)$. Here, a, b, c are real numbers.

- (1) For the case $a = -4, b = 4, c = 0$, find the general solution of the equation $(*)$.
- (2) For the case $a = b = 1, c = -2$, find a particular solution of the equation $(*)$.
- (3) For the case $a = -3, b = 2, c = 3$, find a particular solution of the equation $(*)$.
- (4) For the case $a = -4, b = 4, c = 1$, find the solution $y(x)$ of the equation $(*)$ satisfying $y(0) = 1, y'(0) = -2$.