

平成27年度第2次募集

新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題

外国人留学生特別入試

電気情報工学専攻

電気電子工学コース

C2

専門科目（電気電子工学）
Examination questions

注意事項

Directions

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
Do not open this sheet before the examination starts.
- 2 問題冊子は、表紙を含めて全部で6ページある。
There are 6 pages including this cover sheet.
- 3 5問中2問を選択して解答すること。
Select two from five examination questions and clear them.
- 4 受験番号および選択した問題番号は、各解答用紙の指定された箇所に必ず記入すること。
Be sure to write the examinee number and selected question number into ALL necessary parts in the Answer sheet.
- 5 解答時間は、120分である。
Test time is 120 minutes.
- 6 下書きは、問題冊子の余白を使用すること。
Use a blank space of this booklet, if necessary.

解答は、別途配布される解答用紙に行うこと。

[1] 線形代数に関する次の問題に答えよ。

Answer the following questions about linear algebra.

(1) 以下のベクトル対の間の角度 θ [rad]を求めよ。ただし、 $0 \leq \theta \leq \pi$ とする。

Find the angle θ ($0 \leq \theta \leq \pi$) in radians between the following pairs of vectors.

$$(a) \mathbf{v} = \begin{bmatrix} -2 \\ -2 \\ -2 \end{bmatrix} \text{ and } \mathbf{w} = \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad (b) \mathbf{v} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ and } \mathbf{w} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

(2) 以下のベクトル対を辺としてもつ平行四辺形の面積を求めよ。

Find the area of the parallelogram with edges

$$\mathbf{v} = \begin{bmatrix} 4 \\ \sqrt{3} \end{bmatrix} \text{ and } \mathbf{w} = \begin{bmatrix} \sqrt{3} \\ 2 \end{bmatrix}$$

(3) 以下の方程式の解 x_1, x_2 を求めよ。

Solve the following linear equations with two unknowns x_1 and x_2 .

$$\begin{aligned} 4x_1 + \sqrt{3}x_2 &= 5\sqrt{3} \\ \sqrt{3}x_1 + 2x_2 &= 5. \end{aligned}$$

(4) 以下の行列 \mathbf{A} の固有値と単位固有ベクトルを求めよ。

Find the eigenvalues and the unit eigenvectors of the following matrix.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 4 & \sqrt{3} \\ \sqrt{3} & 2 \end{bmatrix}$$

(5) 以下の行列 \mathbf{A} の零空間、すなわち、 $\mathbf{Ax} = \mathbf{0}$ の完全解を求めよ。

ただし、 $\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^3$ とする。

Find the nullspace of the following matrix.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 4 & \sqrt{3} & -\sqrt{3} \\ \sqrt{3} & 2 & -1 \end{bmatrix}$$

i.e. the complete solution to $\mathbf{Ax} = \mathbf{0}$, where $\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} \in \mathbb{R}^3$.

(6) 以下の方程式の完全解を求めよ。

Find the complete solution to

$$\begin{bmatrix} 4 & \sqrt{3} & -\sqrt{3} \\ \sqrt{3} & 2 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5\sqrt{3} \\ 5 \end{bmatrix}$$

(7) (6) の方程式を満たす最小ノルム解を求めよ。

Find the minimum norm solution to the equation in (6)

解答は、別途配布される解答用紙に行うこと。

[2] 信号処理に関する次の質問に答えよ。

Answer the following questions about signal processing.

図のような離散時間システムにおいて、遅延器の初期値は零とする。

A discrete-time system is given in the figure, and the initial values of delay elements are zero.

- (1) このシステムの差分方程式を書け。

Write out the difference equation system for the system.

- (2) (1)の差分方程式を z 変換し、伝達関数を求めよ。

Apply z -transform to the equation system in (1) and find the transfer function.

- (3) このシステムの極と零点の配置をそれぞれ \times と \circ で複素平面上に図示せよ。

Illustrate the locations of poles and zeros of the system on the complex plane with marks of \times and \circ , respectively.

- (4) このシステムが安定かどうか答え、その理由を述べよ。

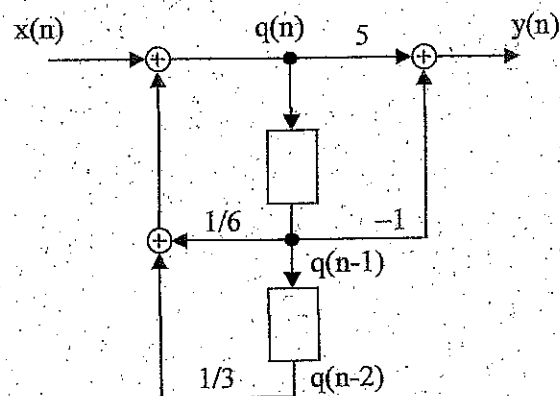
Judge the stability of the system and describe the reasons to your conclusion.

- (5) 部分分数展開により並列型システムとして構成し、図示せよ。

Find the partial-fraction expansion of the system and draw its parallel system configuration.

- (6) このシステムのインパルス応答を求めよ。

Find the impulse response of the system.

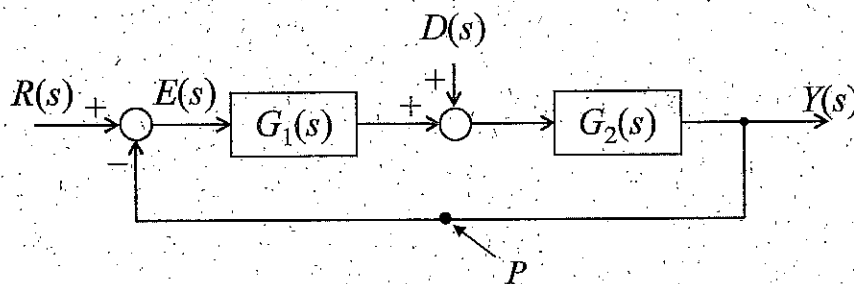


解答は、別途配布される解答用紙に行うこと。

[3]

$G_1(s)$ を制御器, $G_2(s)$ を制御対象とする下図の制御系について以下の問いに答えよ。ただし, $R(s)$, $E(s)$, $D(s)$, および $Y(s)$ は, それぞれ目標値, 偏差, 外乱, および出力のラプラス変換表示されたものであり, s はラプラス演算子である。

Answer the following questions about the control system shown below, where $R(s)$, $E(s)$, $D(s)$, and $Y(s)$ are Laplace transforms of reference, error, disturbance and output, respectively. s represents Laplace operator. $G_1(s)$ and $G_2(s)$ are controller and controlled object, respectively.



- (1) $Y(s)$ を $R(s)$, $D(s)$, $G_1(s)$, $G_2(s)$ を用いて表せ。

Find $Y(s)$ and express it with $R(s)$, $D(s)$, $G_1(s)$, and $G_2(s)$.

- (2) P 点を切断了時の出力を $Y_0(s)$ とする。 $Y_0(s)$ を $R(s)$, $D(s)$, $G_1(s)$, $G_2(s)$ を用いて表せ。

$Y(s)$ changed to $Y_0(s)$ when the feedback loop was cut at point P. Find $Y_0(s)$ and express it with $R(s)$, $D(s)$, $G_1(s)$, and $G_2(s)$.

- (3) 制御器のゲインを大きく設定し, $G_1(s)G_2(s) \gg 1$ としたとき $Y(s)$ と $Y_0(s)$ を比較し, フィードバックの効果について説明せよ。

Explain the advantageous effect of feedback control by comparing $Y(s)$ and $Y_0(s)$ at the condition of $G_1(s)G_2(s) \gg 1$.

- (4) 図において, $G_1(s) = K$, $G_2(s) = 1/(1+Ts)$, $D(s) = 0$ とする。

入力が単位ステップ関数 ($R(s) = 1/s$) のとき, $E(s)$ を求めよ。ただし, K および T は定数である。

Find $E(s)$ when $R(s)$ is an unit function, where $G_1(s) = K$, $G_2(s) = 1/(1+Ts)$, and $D(s) = 0$. K and T are constants.

- (5) 定常位置偏差 e_p をラプラス変換の最終値定理 $f(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} sF(s)$ を用いて求めよ。

Find steady-state position error e_p by means of final value theorem of Laplace transform.

- (6) 定常位置偏差を10%にするためには, K をいくらに選べばよいか。

Determine K that set the steady-state position error e_p 10%.

解答は、別途配布される解答用紙に行うこと。

[4]

起電力 E [V], 内部抵抗 r [Ω] の電池を考える。以下の問いに答えよ。

Answer the following questions about an electric battery that has electro motive force E [V] and internal resistance r [Ω].

- (1) この電池を a , b を出力端子とする 2 端子回路として図示せよ。

Draw a one-port circuit of the battery, where the terminals are named a and b .

- (2) 端子 a , b 間の電圧 V [V] を電圧計で測定したときの電圧はいくらか。

ただし、電圧計の入力抵抗は ∞ とする。

What is voltage V [V] between terminals a and b when it is measured with a voltmeter whose input impedance is infinite.

- (3) 端子 a , b 間に抵抗値 R_1 [Ω] の抵抗を接続したところ I_1 [A] の電流が流れた。

回路図を示すとともに電池の内部抵抗 r を E , R_1 , I_1 を用いて表せ。

When resistor of R_1 [Ω] was connected between terminals a and b , the current flowing in the resistor was I_1 [A]. Draw the circuit diagram and express internal resistance r by using E , R_1 , and I_1 .

- (4) 上記の抵抗を抵抗値 R_2 [Ω] を持つ別の抵抗に交換したところ I_2 [A] の電流が流れた。

回路図を示すとともに抵抗値 R_2 [Ω] を E , R_1 , I_1 , I_2 を用いて表せ。

When resistor of R_1 [Ω] was replaced with another resistor of R_2 [Ω], the current flowing in the resistor was I_2 [A]. Draw the circuit diagram and express R_2 by using E , R_1 , I_1 , and I_2 .

- (5) (4) の回路において、 R_2 [Ω] の抵抗に、さらに並列に負荷抵抗 R [Ω] を接続した。

回路図を示すとともに負荷抵抗で消費される電力 P [W] を E , r , R_2 , R を用いて表せ。

Next, another resistor of R [Ω] was connected in parallel to resistor R_2 [Ω] in the circuit of (4). Draw the circuit diagram and find consumed power at resistor of R [Ω] and express it by using E , r , R_2 , and R .

- (6) 消費電力 P [W] を最大とする負荷抵抗の値はいくらか。 r と R_2 を用いて表せ。

また、このときの最大電力を E , r , R_2 を用いて表せ。

Find resistance value of R [Ω] that maximizes consumed power at load resistor and express it by using r and R_2 . Also find the maximum consumed power at the load resistor and express it by using E , r , and R_2 .

解答は、別途配布される解答用紙に行うこと。

[5]

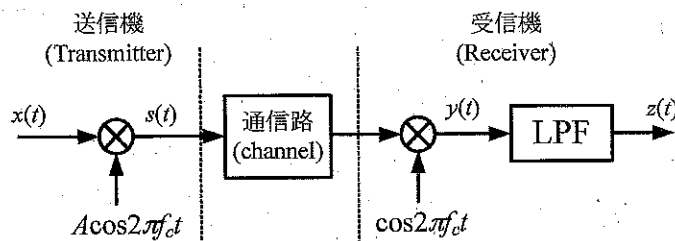


Fig. 1

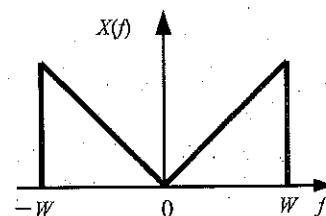


Fig. 2

- (1) 信号 $x(t)$ を伝送する Fig. 1 の通信システムを考える。搬送波周波数 f_c とする。受信機では同期復調を行う。低域フィルタ (LPF) の通過域の周波数は $f \leq W$ である。 $f_c \gg W$ とする。
- ① 信号 $s(t)$ 、 $y(t)$ 、および $z(t)$ をそれぞれ求めよ。
 - ② 信号 $x(t)$ の周波数スペクトル $X(f)$ が Fig. 2 のような場合を考える。このときの $s(t)$ 及び $y(t)$ の周波数スペクトル $S(f)$ および $Y(f)$ をそれぞれ求め、スペクトルの概略を図で示せ。

Consider the communication system shown in Fig. 1. Carrier frequency is f_c . $x(t)$ is the message signal. Coherent demodulation is performed in the receiver. Passband frequency of the lowpass filter (LPF) is $f \leq W$. It is assumed that $f_c \gg W$.

- ① Find the signals $s(t)$, $y(t)$ and $z(t)$, respectively.
 - ② Suppose that the frequency spectrum of the message signal $x(t)$ is given by $X(f)$ shown in Fig. 2. Find and draw $S(f)$ and $Y(f)$, the frequency spectrum of the signals $s(t)$ and $y(t)$, respectively.
- (2) 帯域幅 W の基底帯域信号 $x(t)$ を 2 元 PCM 変調し、デジタル伝送したい。 $x(t)$ をひずみなく再生するために最低限必要な標本化周波数 f_s を示せ。また 1 サンプルの振幅を 8 ビットで量子化した場合、この PCM 信号のビット速度 R_b を求めよ。

Suppose binary pulse code modulation (PCM) system for transmitting the baseband signal $x(t)$ with bandwidth W . Find the minimum value of sampling rate f_s to reproduce the baseband signal without distortion. Find the required bit rate R_b of the PCM signal, if 8-bit quantizer is used.