平成３１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５ページある。

There are five pages including this cover sheet.

3　４問中２問を選択して解答すること。解答は，すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。

Select two from four examination questions and answer to them. All answers must be filled in the designated place on the answer sheet.

4　受験番号を各解答用紙の指定された全ての箇所に必ず記入すること。

Be sure to write the examinee number into ALL necessary parts in the answer sheet.

5　解答時間は，１２０分である。

Allotted time is 120 minutes.

6　下書きは，問題冊子の余白を使用すること。

Use blank space of this booklet for draft, 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，$0 \le \theta \le \pi$とする。
Find the angle θ $(0 \le \theta \le \pi)$ in radians between the following pairs of vectors.

(a) $\begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix}$ and $\begin{bmatrix} 4 \\ 0 \end{bmatrix}$, (b) $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ and $\begin{bmatrix} -1 \\ -1 \end{bmatrix}$, (c) $\begin{bmatrix} \sqrt{3} \\ 3 \end{bmatrix}$ and $\begin{bmatrix} \sqrt{3} \\ -3 \end{bmatrix}$, (d) $\begin{bmatrix} 3 \\ 3 \end{bmatrix}$ and $\begin{bmatrix} 3+\sqrt{3} \\ 3-\sqrt{3} \end{bmatrix}$.

（２）以下の行列$\mathbf{A}, \mathbf{I}$，ベクトル$\mathbf{b}, \mathbf{x}$を仮定する。ただし，x_1, x_2, x_3を任意の実数とする。
Suppose the following matrices $\mathbf{A}, \mathbf{I}$ and vectors $\mathbf{b}$, $\mathbf{x}$, where x_1, x_2, x_3 are arbitrary real values.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \sqrt{3} & \sqrt{3} & \sqrt{3} \\ \sqrt{2} & 0 & -\sqrt{2} \end{bmatrix}, \mathbf{I} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{b} = \begin{bmatrix} 5 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix}, \mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$$

（２－１）行列積$\mathbf{AA}^{\mathrm{T}}$を求めよ。ただし，上付き“T”は転置を意味する。
Find the matrix product $\mathbf{AA}^{\mathrm{T}}$, where the superscript “T” means “transpose.”

（２－２）$\mathbf{AA}^{\mathrm{T}}$のすべての固有値を求めよ。
Find all of the eigenvalues of $\mathbf{AA}^{\mathrm{T}}$.

（２－３）行列積$\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{A}$を求めよ。
Find the matrix product $\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{A}$.

（２－４）$\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{A}$のすべての固有値を求めよ。
Find all of the eigenvalues of $\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{A}$.

（２－５）$\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{A}$の行列式を求めよ。
Find the determinant of $\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{A}$.

（２－６）$(\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{A}+\mathbf{I})$のすべての固有値を求めよ。
Find all of the eigenvalues of $(\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{A}+\mathbf{I})$.

（２－７）$(\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{A}+\mathbf{I})$の行列式を求めよ。
Find the determinant of $(\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{A}+\mathbf{I})$.

（２－８）$\mathbf{AA}^{\mathrm{T}}$の逆行列を求めよ。
Find the inverse matrix of $\mathbf{AA}^{\mathrm{T}}$.

（２－９）以下の方程式を解いて，$\mathbf{y}$を求めよ。
Solve the following equation to find $\mathbf{y}$.

$$\mathbf{AA}^{\mathrm{T}}\mathbf{y} = \mathbf{Ab}.$$

（２－１０）行列$\mathbf{A}$の零空間，すなわち，以下の方程式の完全解を求めよ。
Find the null space of the matrix $\mathbf{A}$, i.e. the complete solution to

$$\mathbf{Ax} = \mathbf{0}.$$

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.

（1）以下の各システムに対して，システムが(i)因果的か，(ii)線形か，(iii)時不変かを回答せよ。ただし，nを整数，$\mathrm{x}[n]$，$\mathrm{y}[n]$をそれぞれ入力数列$\{\mathrm{x}[n]\}$，出力数列$\{\mathrm{y}[n]\}$のn番目の値とする。

For each of the following systems, determine whether the system is (i) causal, (ii) linear and (iii) time invariant:

(a) $\mathrm{y}[n] = \mathrm{x}[1-n]$,　(b) $\mathrm{y}[n] = \mathrm{x}[n] - 1$,　(c) $\mathrm{y}[n] = (\mathrm{x}[n])^{-1}$,　(d) $\mathrm{y}[n] = \mathrm{x}[n+1]$,

where n is an integer and $\mathrm{x}[n]$ and $\mathrm{y}[n]$ are the nth numbers in an input sequence $\{\mathrm{x}[n]\}$ and the output sequence $\{\mathrm{y}[n]\}$, respectively.

（2）図１に示す入力数列$\{\mathrm{x}[n]\}$のz変換$\mathrm{X}(z)$を示せ。ただし，$n < 0$ もしくは $n > 2$に対し$\mathrm{x}[n] = 0$である。

Find the z-transform $\mathrm{X}(z)$ of the input sequence $\{\mathrm{x}[n]\}$ shown in Fig.1, where $\mathrm{x}[n] = 0$ for $n < 0$ or $n > 2$.

（3）図１に示すシステムTが線形時不変であると仮定する。入力数列$\{\mathrm{x}[n]\}$と出力数列$\{\mathrm{y}[n]\}$の関係からシステムTの伝達関数$\mathrm{H}(z)$を求めよ。ただし，$n < 0$ もしくは $n > 4$に対し$\mathrm{y}[n] = 0$である。

Suppose that the system T shown in Fig.1 is linear and time-invariant. Find the transfer function $\mathrm{H}(z)$ of the system T from the relation between the input sequence $\{\mathrm{x}[n]\}$ and the output sequence $\{\mathrm{y}[n]\}$, where $\mathrm{y}[n] = 0$ for $n < 0$ or $n > 4$.

（4）図１に示すシステムTのインパルス応答$\{\mathrm{h}[n]\}$を求め，図示せよ。

Find and sketch the impulse response $\{\mathrm{h}[n]\}$ of the system T shown in Fig.1.

（5）図１に示すシステムTの周波数振幅応答$|\mathrm{H}(e^{j\omega})|$を求め，$0 \leq \omega \leq \pi$ rad の範囲でグラフを図示せよ。

Find the frequency magnitude response $|\mathrm{H}(e^{j\omega})|$ of the system T shown in Fig.1 and draw the graph in the range $0 \leq \omega \leq \pi$ rad.

（6）図１に示すシステムTの $\omega = 0, \frac{\pi}{2}, \pi$ rad に対する周波数位相応答$\angle\mathrm{H}(e^{j\omega})$をそれぞれ求めよ。

Determine the frequency phase response $\angle\mathrm{H}(e^{j\omega})$ of the system T shown in Fig.1 at $\omega = 0, \frac{\pi}{2}, \pi$ rad, respectively.

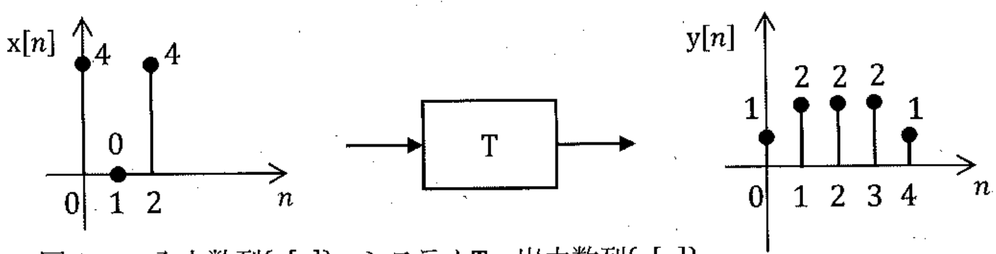


図１： 入力数列$\{\mathrm{x}[n]\}$，システムT，出力数列$\{\mathrm{y}[n]\}$

Figure 1: Input sequence $\{\mathrm{x}[n]\}$, system T and output sequence $\{\mathrm{y}[n]\}$.

解答は，別途配布される解答用紙に行うこと。

［３］電気回路に関する以下の問に答えよ。

Answer the following questions about electric circuit.

（１）次の直流の電気回路に関する問に答えよ。

Answer the questions related to DC electrical circuits shown in Figs. 2 and 3.

① 直流電圧源 E，抵抗 R_1，R_2，R_3 からなる図２のような回路がある。この回路中，R_3 の抵抗に流れる電流 I_1 を求めよ。

See circuit shown in Fig. 2 consisting of DC power source E, resisters R_1, R_2, and R_3. Find I_1 flowing to R_3 in Fig. 2.

② 直流電圧源 E_1，E_2，および３つの抵抗 $2R$ からなる図３のような回路がある。この回路中央にある $2R$ の抵抗に流れる電流 I_2 を求めよ。

See circuit shown in Fig. 3 consisting of DC power sources E_1, E_2, and three $2R$ resisters. Find I_2 flowing to the central register of $2R$ in Fig. 3.

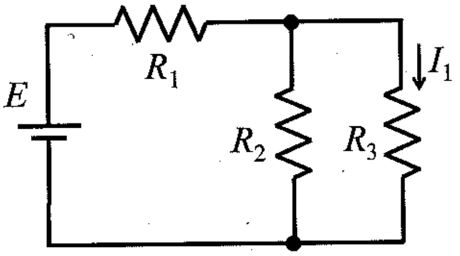


図２ (Fig. 2)

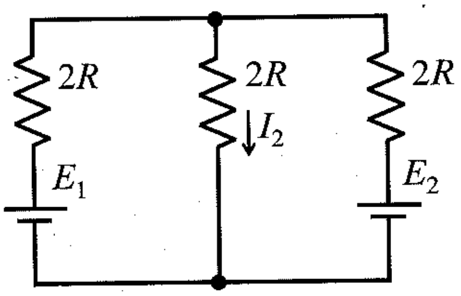


図３ (Fig. 3)

（２）抵抗 R_1，R_2，コイル L，コンデンサ C からなる図４のような電気回路がある。端子 a－b 間に電圧 E，角周波数 ω の交流電源を接続したところ，電源から電流 I が流れた。また抵抗 R_1 と R_2 には，それぞれ電流 I_1 および I_2 が流れた。

See circuit shown in Fig. 4 consisting of resisters R_1, R_2, inductance L, and capacitance C. Current I flowed to the circuit when AC power source was connected to terminal a－b. Also currents I_1 and I_2 flowed to resisters R_1 and R_2, respectively. Voltage and angular frequency of the power source were E and ω, respectively.

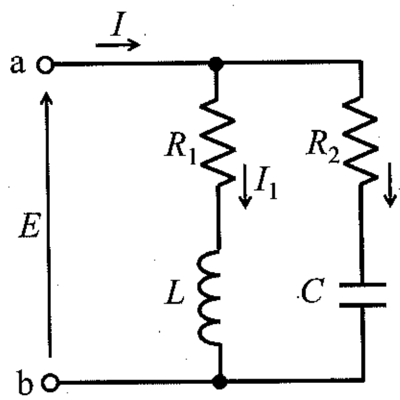


図４ (Fig. 4)

① 電流 I_1 を求めよ。
Find current I_1.

② 電流 I_2 を求めよ。
Find current I_2.

③ 端子 a－b から見込んだ合成アドミタンス Y を求めよ。
Find combined admittance Y_1 measured at terminal a－b.

④ 端子電圧 E と電流 I を同相にするための角周波数 ω_0 を求めよ。
Find angular frequency ω_0 that makes voltage E and current I in phase.

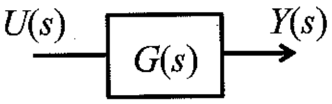
解答は，別途配布される解答用紙に行うこと。

［4］制御工学に関する以下の問に答えよ。

Answer the following questions about control theory.

（1）図５に示す１次遅れシステムのインディシャル応答を求めよ。

Find indicial response $y(t)$ of the first order system shown in Fig. 5.



$$G(s)=\frac{1}{1+Ts},\quad T=0.5\ \mathrm{s}$$

図５　１次遅れシステム　(Fig. 5: First order system)

（2）この１次遅れシステムに図６のように直結フィードバックを施し，システムＡを構成した。システムＡのインディシャル応答を求めよ。

System A shown in Fig. 6 is configured by making unity feedback on the first order system. Find indicial response $y(t)$ of system A.

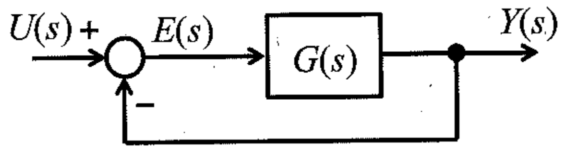


図６　システムＡ　(Fig. 6: System A)

（3）システムＡにおいて，図７のように$G(s)$の前に制御器$G_c(s)=K$を挿入したシステムＢを構成した。システムＢのインディシャル応答を求めよ。

System B shown in Fig. 7 is configured by inserting controller $G_c(s)=K$ into System A. Find indicial response $y(t)$ of System B.

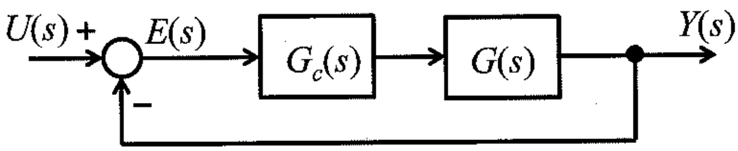


図７　システムＢ　(Fig. 7: System B)

（4）上記設問（3）の結果を用い，システムＢの定常位置偏差を求めよ。

Find steady-state position error e_s of System B by using the result in question (3).

（5）ラプラス変換の最終値定理$e_s=\lim_{s\to 0} sE(s)$を用い，システムＢの定常位置偏差を求めよ。

Find steady-state position error e_s of System B by using final value theorem $e_s=\lim_{s\to 0} sE(s)$.