

九州大学大学院システム情報科学府

電気電子システム工学専攻

電子デバイス工学専攻

平成 17 年度入学試験問題

【平成 16 年 8 月 31 日（火）、9 月 1 日（水）】

試験科目

英語、数学、電気回路、※A：電磁気学、※B：計算機工学、
（※のうち A、B のいずれか 1 科目を選択）

電気電子システム工学

（電子回路、制御工学、電力工学、エネルギー変換工学の
いずれか 1 科目を選択）

電子工学

（電子回路、制御工学、電子デバイス工学のいずれか 1 科目を選択）

英語試験問題のw e b公開について

英語の入試問題をWebで公開することは、著作権法上、問題になりますので、平成19年度より過去の問題の傾向・範囲を示す例題を公開しています。

英 語

[1] 次の文章を読んで下記の問いに答えよ。(Read the following article, and then answer the questions.)

Databases are no longer special tools for computer experts. They are now common tools for various people including users who are not computer experts, and many database software products of various prices are on sale at computer shops. One of the criteria by which such non-expert users may choose a database software is the effort required each time they extract information from their database. To obtain necessary information from a very large database, one must specify to the system exactly what is needed. Languages used for specifying such retrieval requests are called *query languages*.

Requests may be highly complex, but must be given in a way that computers can understand. For this reason, formal languages have been used most. Formal query languages are similar to programming languages and easy to process for computers. (A), such artificial languages are not necessarily easy to understand for users. Most people must study very hard to master an artificial language. This leads to a demand for good database user interfaces.

To offer non-expert users an alternative to formal query languages, many attempts have been made to develop natural language interfaces which accept queries written in everyday language and translate them into a formal query language. If such an interface is available, users do not have to study a special language. Natural language interfaces, however, also have their own problems.

First of all, natural language processing is not an easy task for computers due to ambiguities involved in natural languages. Second, our everyday language has too many rules and exceptions, compared with formal languages. If we were to develop an interface which can accept every naturally-expressed input_(B) and can respond in a natural way, we would be forced to equip the system with a huge storage of human knowledge knowledge we ourselves cannot describe. This approach is hardly feasible for the time being.

database: データベース **criteria:** [複]基準 **specify:** 指定する **retrieval:** 検索 **query language:** 問い合わせ言語
formal language: 形式言語 (厳密な文法規則と語の集合を持つ人工的な言語のこと) **user interface:** 利用者インタフェース
alternative: 代替手段 **natural language:** 自然言語 (日本語, 英語など, 日常の言語) **ambiguity:** あいまいさ
storage: 倉庫 **feasible:** 実現可能な

(1) 以下のうち, この文章のタイトルとして最も適切なものはどれか。 []

1. Databases and Computers
2. How to Choose a Database Software
3. The Difficulty in Building a Good Database User Interface
4. The Merit of Natural Language Interfaces
5. The Ambiguity in Natural Language

(2) 以下のうち, この文章の内容に合致しないものはどれか。 []

1. Databases are now used by experts and non-experts.
2. People may choose a database software for reasons other than its price.
3. Retrieval requests are written in a query language.
4. Formal languages are easy to understand for computers.
5. Natural language interfaces are easy to build.

(3) 以下のうち, 上の空欄(A)に入れるのに最も適切な語句は以下のうちのどれか。 []

6. Moreover
7. Similarly
8. However
9. Fortunately

(4) 以下のうち, 上の下線部(B)を置き換えるのに最も適切な語句は以下のうちのどれか。 []

10. any query written in a natural language
11. every natural task
12. every natural knowledge
13. any rule written in a natural language

志望 専攻名		受験 番号		氏名	
-----------	--	----------	--	----	--

九州大学大学院システム情報科学府修士課程入学試験問題
4 枚中の 2

英 語

[2] 次の文章を読んで下記の問いに答えよ。(Read carefully the following article, and then answer the questions.)

[1]と同様な英文の理解力を問う応用問題ですが著作権法上の問題がありますので
出典がある問題は公開できません。

志望 専攻名		受験 番号		氏名	
-----------	--	----------	--	----	--

英 語

[3] 次の英文を日本語に訳しなさい。(Translate the following English into Japanese.)

英文和訳の問題ですが著作権法上の問題がありますので出典がある問題は公開できません。

志望 専攻名		受験 番号		氏名	
-----------	--	----------	--	----	--

英 語

[4]次の日本語を英文に直しなさい。(Translate the following Japanese into English.)

日本で携帯電話が発売されたのは1987年である。当時の携帯電話は、電池の問題や通信品質の問題から寸法が大きかった。最近では通信速度が向上し、インターネット接続やテレビ電話が可能となっている。現在、全世界で20億人以上が携帯電話を持っているという報告がある。

携帯電話：cellular phone

志望 専攻名		受験 番号		氏名	
-----------	--	----------	--	----	--

1. 図 1 のように、真空中（誘電率 ϵ ）で、厚さ a の 2 枚の無限平板導体が距離 $2d$ だけ隔てて平行に置かれている。左右の平板導体に単位表面積当たりそれぞれ σ_1 , σ_2 の電荷を与えたとき、次の間に答えよ。
- (1) 左右の平板導体の両表面（ $x = -d-a, -d, d, \text{and } d+a$ の 4 面）上の電荷密度を $\sigma_{1-}, \sigma_{1+}, \sigma_{2-}, \sigma_{2+}$ として、 x 軸に沿った各部の電界をこれらの電荷密度を用いて表せ。
 - (2) 導体内では電界 $E = 0$ となることを考慮して、左右の平板導体の両表面の電荷面密度 $\sigma_{1-}, \sigma_{1+}, \sigma_{2-}, \sigma_{2+}$ を σ_1, σ_2 で表せ。
 - (3) 右の平板導体の単位表面積あたりに働く静電力（両表面に働く静電力の合力）を仮想変位の原理を用いて求めよ。

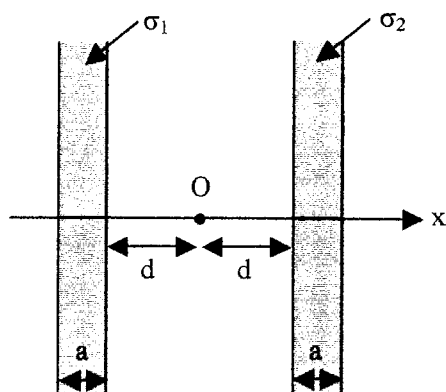


図 1

2. 図 2 のように、厚さ d の平たい同軸円筒状電極において、内外電極間は導電性誘電体（誘電率 ϵ 、導電率 σ ）で満たされているとき、次の問いに答えよ。
- (1) 内外電極間の電気抵抗 R を求めよ。
 - (2) 内外電極間の静電容量 C を求めよ。

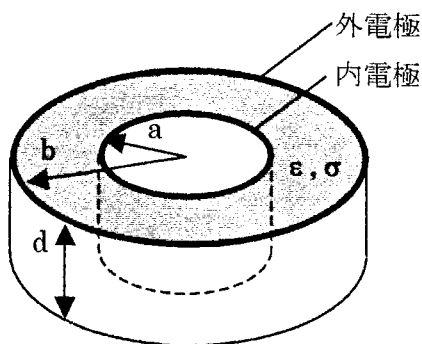


図 2

3. 図3に示す各場合について、電流 I により発生する磁界 H を求めよ。ただし、電流は導体内を y 軸方向に一様に流れているものとする。
- (1) 図(a)に示すように y 軸方向に設置した内半径 a 、外半径 b の無限長中空円柱導体に電流 I が流れている。導体の中心からの距離を r とする時、導体内($r < b$)の磁界 H の大きさを r の関数として示せ。
 - (2) 図(a)において、中空円柱導体の外の点 $P(x, 0, z)$ における磁界 H の z 成分 H_z を求めよ。
 - (3) 図(b)に示すように y 軸方向に設置した、幅 w 、厚さ t の無限長の平板導体に電流 I が流れている。 z 軸上の導体内($-t/2 < z < t/2$)の磁界 H の大きさを z の関数として示せ。ただし $w \gg t$ であり、端の効果は無視できるとする。

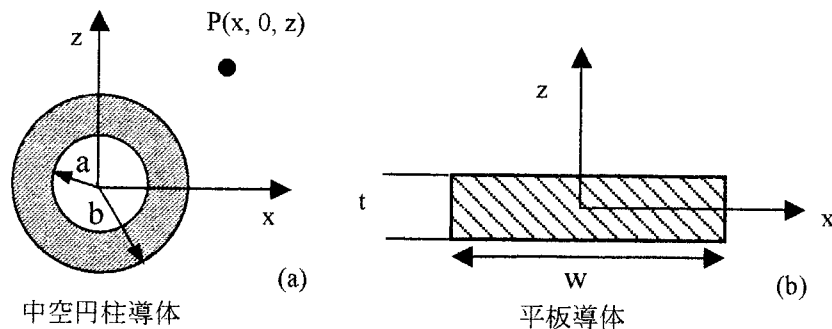


図 3

4. 図4(a)に示すように、平均半径 a 、断面積 A 、透磁率 μ のドーナツ状の磁性体に導線が密に N 回巻かれてトロイダルコイルを形成している。また、コイルには電源により図4(b)に示すような電流 $I(t)$ が印加されている。なお、 $a \gg A^{1/2}$ であり、磁束の漏れはないものとする。
- (1) 磁性体中の磁束密度 B を求めよ。
 - (2) 時刻 t ($0 < t < T$) にコイルの両端に発生する電圧 V を求めよ。また、 $t=0$ から $t=T$ までに、電源から供給されるエネルギー U を求めよ。
 - (3) 時刻 $t > T$ において、磁性体に蓄えられている磁気エネルギー U_m を求め、(2)で求めた U と等しいことを示せ。
 - (4) 時刻 t ($0 < t < T$) において、磁性体の表面に誘導される誘導電界 E を、コイルに発生する電圧 V を用いて求めよ。ただし、磁性体の断面を半径 b の円とする ($A = \pi b^2$)。
 - (5) 時刻 t ($0 < t < T$) においてトロイダルコイルの内部に伝送される電力 P をポインティングベクトル S を用いて求め、 $P = IV$ となることを示せ。

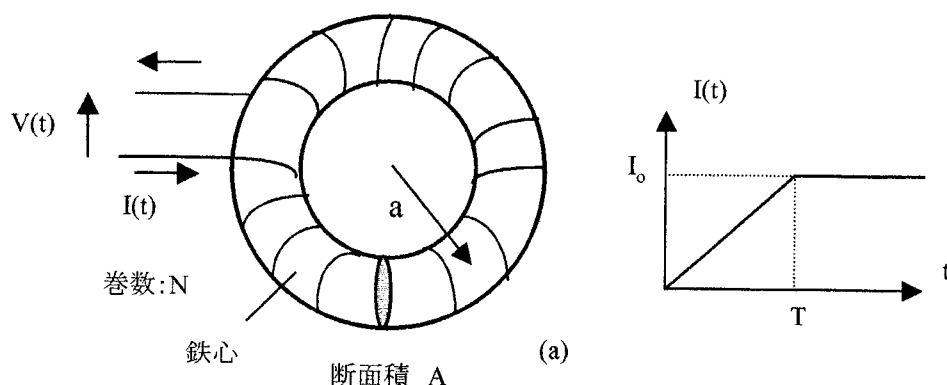


図 4

1. As shown in Fig. 1, there exist two sheets of infinite slab conductors parallel to each other in vacuum with dielectric constant of ϵ . Answer the following questions when the charges σ_1 and σ_2 are supplied to the parallel conductors respectively, per unit surface area of each conductor.
- (1) When densities of charge on the surfaces of the conductors at $x = -d - a$, $-d$, d , and $d + a$ are given as σ_{1-} , σ_{1+} , σ_{2-} and σ_{2+} , respectively, show an expression for the distribution of electric field E along the x -axis.
 - (2) Considering the condition of $E = 0$ inside the conductors, give the densities of the surface charge, σ_{1-} , σ_{1+} , σ_{2-} and σ_{2+} as a function of σ_1 and σ_2 .
 - (3) Give total electrostatic force per unit surface area of the right infinite slab by using principle of virtual displacement.

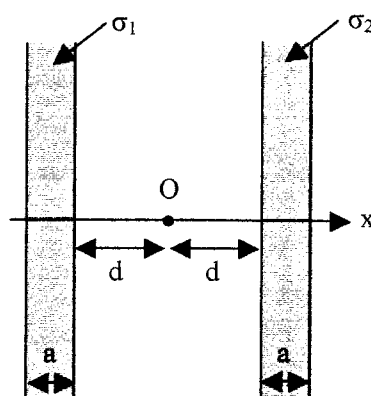


Fig. 1

2. As shown in Fig. 2, a space between the inner and outer electrodes is filled with conductive dielectric with electric conductivity of σ and dielectric constant of ϵ in a set of flat co-axial columnar electrodes with height of d . Answer the following questions.
- (1) Give an expression for electric resistance R between the inner and outer electrodes.
 - (2) Give an expression for capacitance C between the inner and outer electrodes.

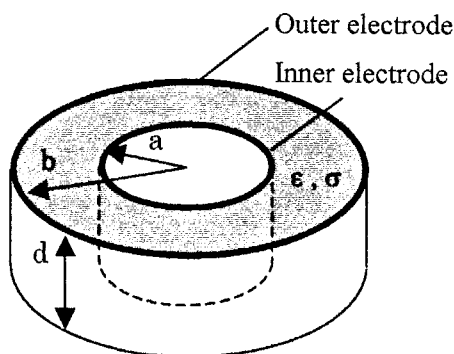


Fig. 2

3. Give the magnetic field H in the flowing cases. Here, the current I flows uniformly in the conductor along the y -direction.
- (1) Hollow-cylindrical conductor with inner and outer radius a and b , respectively, is placed along the y -axis, as shown in Fig. 3(a). Give the magnitude of the magnetic field H inside the conductor as a function of distance r from the center of the conductor.
 - (2) Give the z -component of the magnetic field H , i.e., H_z , at point $P(x, 0, z)$ outside the conductor, as shown in Fig. 3(a).
 - (3) Plate conductor with thickness t and width w is placed along the y -axis, as shown in Fig. 3(b). Give the magnitude of the magnetic field H along the z -axis inside the conductor, i.e., for $-t/2 < z < t/2$. Here, we assume $w \gg t$, and neglect the edge effect.

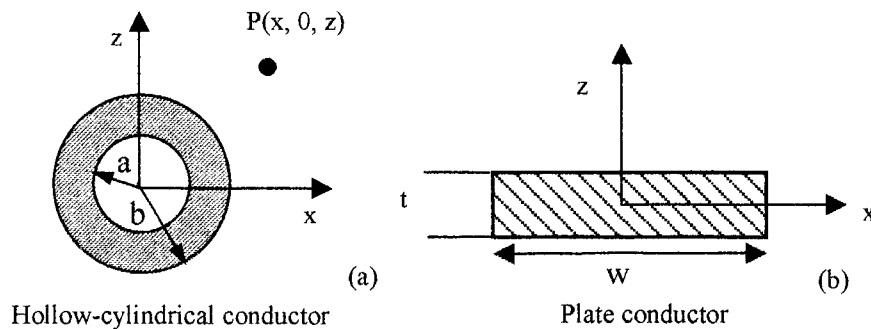


Fig. 3

4. As shown in Fig. 4(a), there is a toroidal coil with number of turns N . Average radius, cross sectional area and permeability of the core are, a , A , and μ , respectively. Current $I(t)$ shown in Fig. 4(b) is supplied to the coil by a power source. Here, we assume $a \gg A^{1/2}$, and neglect a leakage flux.
- (1) Give the magnetic flux density B in the core.
 - (2) Give the voltage $V(t)$ induced across the coil during $0 < t < T$. Also, give the energy U that is supplied from the power source from $t=0$ to $t=T$.
 - (3) Give the magnetic energy U_m that is stored in the magnetic core for $t > T$, and show that the value of U_m is equal to the energy U obtained in (2).
 - (4) Give the induced electric field E at the surface of the magnetic core for $0 < t < T$ by using the induced voltage V across the coil. Here, radius of the cross-section of the core is b , i.e., $A = \pi b^2$.
 - (5) Give the power P that is transmitted to the magnetic core by using the Poynting vector S , and show that the value becomes equal to $P = IV$.

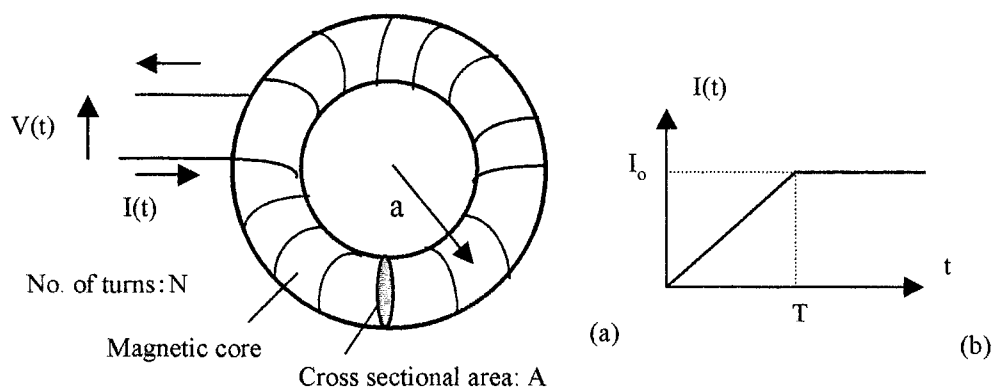


Fig. 4

【注意】

問題は6題ある。6題中から4題を選んで解答せよ。(各問 25 点)

解答用紙は全部で4枚ある。1枚に1題の解答を記入すること。裏を利用してもよい。

[1]

以下のように、2進系列"011"が入力されたとき1を出力する順序回路を考えよう。

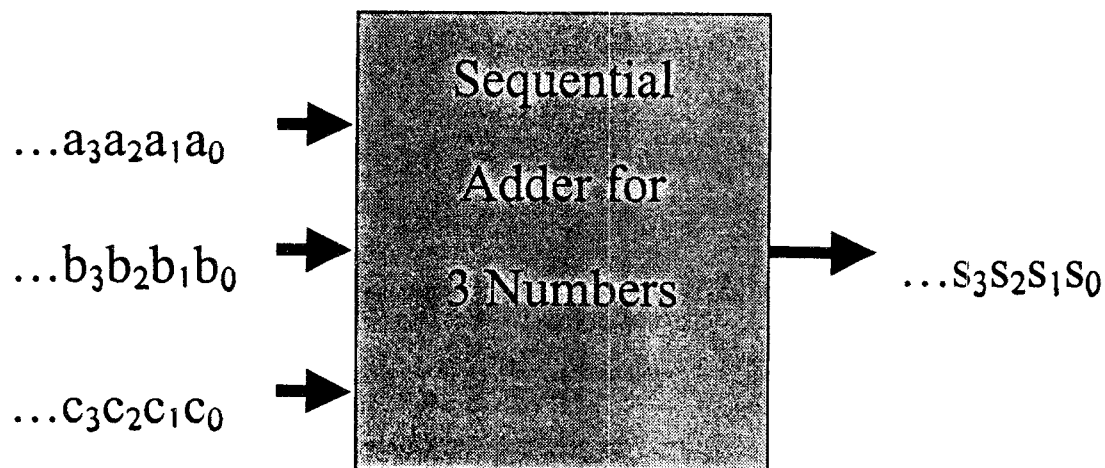
入力系列： 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 ...

出力系列： 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 ...

- (1) 上記回路の状態遷移図と状態遷移表を示せ。(1が連続して入力される状態を S_0 , 0が入力される状態を S_1 , 0の次に1が入力される状態を S_2 とせよ。)
- (2) $S_0 = (0, 0)$, $S_1 = (0, 1)$, $S_2 = (1, 1)$ と状態割当てを行ったとき得られる状態遷移表をもとに、次状態および出力変数関数の最簡 AND-OR 論理式を求めよ。(現状態を (q_1, q_2) 、次状態を (q'_1, q'_2) 、入力を x 、出力を z とせよ。)
- (3) JK-FF(フリップフロップ)の特性方程式は、 $q' = J\bar{q} + \bar{K}q$ で与えられる。JK-FFの入力駆動条件を求めよ。 $(q, q'$ を入力, J, K を出力とする真理値表を書け。)
- (4) 上記回路を JK-FF を用いて設計せよ。((2)で得た q'_i に対応する FF の入力 $J_i, K_i (i = 1, 2)$ の最簡 AND-OR 論理式を求めよ。)

[2]

3 つの 2 進整数を最下位ビットから順に入力して加算する直列加算回路を考える。この回路を順序機械として定義せよ。入力集合、出力集合、状態集合、次状態関数と出力関数（状態遷移表もしくは状態遷移図で表現）を示せ。



[3]

4 個の相異なる値を持つデータ a, b, c, d を整列するための手順を表す決定木を作りたい。以下の問に答えよ。

- (1) a, b, c, d の順列は何通り考えられるか？
- (2) 2 つの値の比較することで、上記の順列を 2 つのグループに分割することができる。この比較による分割を繰り返し行うことでおのの順列を区別することができる。まず $a < b$ の条件を満たす順列と $a > b$ を満たす順列の 2 つのグループに分割するものとする。 $a < b$ の条件を満たす順列は何通りあるか。そのすべてを記せ。
- (3) $a < b$ の条件を満たす順列をさらに 2 分割するとき、分割されたグループが同数になるようにするにはどの値とどの値を比較すればよいか？

[4]

- (1) 以下に示した2つのリレーション R, S に対して, 以下の a) から e) に示した式を計算しなさい.

$R(a, b): \{(3, 3), (2, 4), (3, 3), (2, 5)\}$

$S(b, c): \{(1, 2), (3, 3), (1, 4), (2, 4)\}$

- a) $\pi_b(R)$
 - b) $\pi_b(S)$
 - c) $\sigma_{c>3}(S)$
 - d) $R \bowtie S$
 - e) $R \bowtie_{R.b < S.c} S$
- (2) 次の式を, 選択(selection), 射影(projection), 直積(product) を使って書き直しなさい.
- a) $R(a, b, c) \bowtie S(b, c, d, e)$
 - b) $R(a, b) \bowtie_{b < c \text{ OR } a + d = 10} S(b, c, d, e)$
- (3) 次のリレーションに対する a) と b) の SQL 問い合わせを, 関係代数式で書きなさい.

Movie(title, year, length, filmType)
MovieStar(name, address, gender, birthdate)
StarsIn(title, year, starName)

- a)

```
SELECT title
FROM Movie, StarsIn
WHERE Movie.year = StarsIn.year
      AND Movie.title = StarsIn.title
      AND starName = 'X'
      AND year = 2004;
```
- b)

```
SELECT starName, address, birthdate
FROM StarsIn, MovieStar
WHERE MovieStar.name = StarsIn.starName
      AND address = 'Y'
      AND year > 2000;
```

[5]

【問題】プログラミング言語 Java の浮動小数点数リテラルの字句規則は下記の BNF のように定められている。下記の BNF において、 $\alpha \beta$ は字句 α と β の接続、 $\alpha | \beta$ は字句 α または β のいずれか、 $[\alpha]$ は α が省略可能であること、太字下線の文字はソースファイルにそのまま現れる文字であることを意味する。以下の小問に答えよ。

浮動小数点数リテラル	: 数値桁群 <u>。</u> [数値桁群] [指数部] [型接尾辞] <u>。</u> 数値桁群 [指数部] [型接尾辞] 数値桁群 指数部 [型接尾辞] 数値桁群 [指数部] 型接尾辞
指数部	: 指数指定子 符号付き整数
指数指定子	: <u>e</u> <u>E</u>
符号付き整数	: [符号] 数値桁群
符号	: <u>±</u> <u>-</u>
型接尾辞	: <u>f</u> <u>F</u> <u>d</u> <u>D</u>
数値桁群	: 数値桁 数値桁群 数値桁
数値桁	: <u>0</u> <u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>6</u> <u>7</u> <u>8</u> <u>9</u>

(小問 1) 下記の文のうち正しいものを選び、正しい文が複数ある場合はその全てを選び、正しい文がない場合は「なし」と答えよ。

- 1) 任意の整数に「f」「F」「d」「D」をつけたものは浮動小数点数リテラルとみなされる。
- 2) 「+0314159」は正しい浮動小数点数リテラルである。
- 3) 「3E000」は正しい浮動小数点数リテラルである。
- 4) 浮動小数点数リテラルの指数部に小数点を伴う実数を記述することができる。
- 5) 型接尾辞ならびに小数点を含まない浮動小数点数リテラルは常に指数部を有する。

(小問 2) 上述の Java の浮動小数点数リテラルの字句規則では、仮数部 (6.02E23 と書いた場合は 6.02 の部分) や指数部 (6.02E23 と書いた場合は 23 の部分) に、00314.2300 といった一般的には奇妙な数字の書き方が許されている。そこで、受理する仮数部や指数部が下記の全ての条件を満たすように、問題文の BNF を適切に書き換えよ。

- ・ 整数部が 0 でない場合は、1 つ以上の連続する 0 で始まる整数部を受理しない。
- ・ 整数部が 0 の場合は、2 つ以上の 0 が並ぶ整数部を受理しない。
- ・ 小数部が 0 でない場合は、1 つ以上の連続する 0 で終わる小数部を受理しない。
- ・ 小数部が 0 の場合は、2 つ以上の 0 が並ぶ小数部を受理しない。

(小問 3) 問題文の BNF で与えられる浮動小数点数リテラルを受理する非決定性有限オートマトンの状態遷移図を描け。

(小問 4) 小問 3 で作成した非決定性有限オートマトンを決定性有限オートマトンに等価変換し、その状態遷移図を描け。

[6]

仮想記憶システムとしてページングシステムを考える。また、物理メモリのページフレーム（物理ページ）数は3とする。このとき、次の問いに答えよ。

1) 次の仮想ページ参照列を考える。

1, 2, 3, 1, 4, 1, 2, 4, 3, 4, 1

このとき、次のページ置き換え（Page replacement）アルゴリズムに対して、物理メモリ内で仮想ページが置き換わる様子と、ページフォールト数を求めよ。このとき、最初は、全てのページフレームは空であるとする。

a) FIFO (First-In First-Out) アルゴリズム

b) LRU (Least Recently Used) アルゴリズム

2) 上記の仮想ページ参照列に対して、将来の仮想ページ参照状況を知ることができると仮定した場合、ページフォールト数を最少にするアルゴリズムを提案せよ。また、そのときの、最少のページフォールト数を求めよ。

【Note】

There are six questions. Choose four questions out of the six ones and answer them (25 points for each problem). You have four sheets for your answering the questions. Write your answer for each question on a single sheet. You may also use its reverse side, if necessary.

[1]

Consider a sequential circuit that, upon receipt of a binary sequence of “011”, produces a 1, as shown below.

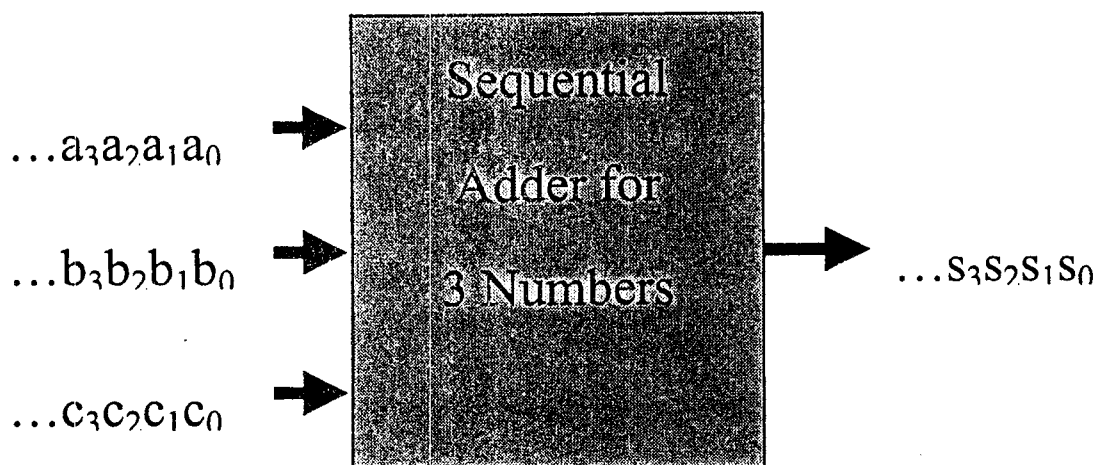
input sequence : 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 0 ...

output sequence : 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 ...

- (1) Draw the state transition diagram and construct the state transition table for the above circuit. (Let S_0 be the state where consecutive 1s are input, S_1 the state where 0 is input, S_2 the state where 1 is input after 0s.)
- (2) Obtain a state-variable function and an output-variable function of the circuit, by assigning the codes (0, 0), (0, 1), (1, 1) to S_0, S_1, S_2 , respectively. (Let (q_1, q_2) the present states, (q'_1, q'_2) the next states, x the input, and z the output. Write a minimal sum-of-product formula for q'_1, q'_2 and z .)
- (3) The characteristic equation for a JK flip-flop is given as $q' = J\bar{q} + \bar{K}q$. Obtain the input driving(excitation) condition of JK flip-flop. (Show a truth table with q, q' as input and J, K as output.)
- (4) Design the above circuit using JK flip-flops. (Assign a JK flip-flop to q'_i , and obtain a minimal SOP form of the input driving function for each of J_i and K_i ($i = 1, 2$).

[2]

Define a sequential adder for 3 binary numbers as a sequential machine. The input numbers of the adder are sequentially fed bit-wise from the lower bits. The sequential machine should be defined by a set of input alphabets, a set of output alphabets, a set of internal states, and next states and output functions which are represented by a state-transition table or a state transition diagram.



[3]

Suppose to make a decision tree for sorting four different values, a , b , c , d .

- (1) How many permutations of those four values are there?
- (2) Comparing two values splits those permutations into two groups. Iterating the comparison and the splitting breaks all the permutations into singleton groups. Let a and b the first pair to be compared. After comparison, all the permutations are split into two groups, one holding $a < b$ and the other holding $a > b$. Write down all the permutations which hold $a < b$.
- (3) The next comparison pair should be chosen so that comparing those two values makes the given permutations split into two groups of nearly equal size. Which pair of values should be compared next, for the group of comparison results with $a < b$?

[4]

(1) Here are two relations:

$R(a, b): \{(3, 3), (2, 4), (3, 3), (2, 5)\}$

$S(b, c): \{(1, 2), (3, 3), (1, 4), (2, 4)\}$

Compute the followings.

a) $\pi_b(R)$

b) $\pi_b(S)$

c) $\sigma_{c>3}(S)$

d) $R \bowtie S$

e) $R \bowtie_{R.b < S.c} S$

(2) Rewrite the following join expressions using selection, projection, and product operators.

a) $R(a, b, c) \bowtie S(b, c, d, e)$

b) $R(a, b) \bowtie_{b < c \text{ OR } a + d = 10} S(b, c, d, e)$

(3) There are three relations as follows.

Movie(title, year, length, filmType)

MovieStar(name, address, gender, birthdate)

StarsIn(title, year, starName)

Write the relational algebra expressions that are equivalent to the following SQL queries.

a)

```
SELECT title
FROM Movie, StarsIn
WHERE Movie.year = StarsIn.year
      AND Movie.title = StarsIn.title
      AND starName = 'X'
      AND year = 2004;
```

b)

```
SELECT starName, address, birthdate
FROM StarsIn, MovieStar
WHERE MovieStar.name = StarsIn.starName
      AND address = 'Y'
      AND year > 2000;
```

[5]

Question: The lexical grammar of the floating-point literal of Java is defined as follows in BNF. $\alpha \beta$ means concatenation of α and β . $\alpha \mid \beta$ means the alternative of α or β . $[\alpha]$ means α is optional. The underlined bold characters and words appear as they are in source files. Answer the following subquestions.

FloatingPointLiteral	: Digits <u>,</u> [Digits] [ExponentPart] [FloatTypeSuffix] <u>.</u> Digits [ExponentPart] [FloatTypeSuffix] Digits ExponentPart [FloatTypeSuffix] Digits [ExponentPart] FloatTypeSuffix
ExponentPart	: ExponentIndicator SignedInteger
ExponentIndicator	: <u>e</u> <u>E</u>
SignedInteger	: [Sign] Digits
Sign	: <u>+</u> <u>-</u>
FloatTypeSuffix	: <u>f</u> <u>F</u> <u>d</u> <u>D</u>
Digits	: Digit Digits Digit
Digit	: <u>0</u> <u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>6</u> <u>7</u> <u>8</u> <u>9</u>

[5]

Subquestion 1: Choose the correct ones out of the following statements. If you find multiple correct statements, choose all of them. If you find no correct statement, answer "nothing."

- 1) Any integer suffixed by one of 'f', 'F', 'd', or 'D' is always recognized as a floating-point literal.
- 2) "+0314159" is a correct floating-point literal.
- 3) "3E000" is a correct floating-point literal.
- 4) A floating-point literal can include a real number with a decimal point in its exponent part.
- 5) Any floating-point literal without a float type suffix and a decimal point always has an exponent part.

Subquestion 2: The Java lexical grammar shown above can accept floating-point literals with *strange* mantissa and exponent parts such as 00314.2300. (The mantissa and the exponent parts of 6.02E23 are 6.02 and 23, respectively, for example.) Reform the BNF shown in this question to satisfy the following requirements on mantissa and exponent part numbers for excluding strange floating-point literals.

- Do not accept any floating-point literal whose mantissa or exponent part is prefixed by one or more successive zeros if its integer part is not 0.
- Do not accept any floating-point literals whose mantissa or exponent part is denoted by multiple successive zeros if its integer part is 0.
- Do not accept any floating-point literal whose mantissa or exponent part is suffixed by one or more successive zeros if its fractional part is not 0.
- Do not accept any floating-point literal whose mantissa or exponent part is denoted by multiple successive zeros if its fractional part is 0.

Subquestion 3: Draw the state transition diagram of a non-deterministic finite automaton accepting floating-point literals given by the BNF shown in this question.

Subquestion 4: Transform the non-deterministic finite automaton that you construct in Subquestion 3 into an equivalent deterministic finite automaton. Draw the state transition diagram of the deterministic finite automaton.

[6]

We consider the paging systems as virtual memory system and 3 page frames (physical pages) of main memory. Answer the following questions.

1) We consider the following virtual page reference string.

1, 2, 3, 1, 4, 1, 2, 4, 3, 4, 1

For each following page replacement algorithm, show the snapshot in the main memory for each virtual page reference and the number of the page faults for the above reference string. Initially, all page frames are assumed to be empty.

a) FIFO (First-In First-Out) algorithm

b) LRU (Least Recently Used) algorithm

2) Under the assumption that you can know the future page reference string, propose an algorithm that minimizes the number of the page faults for the above page reference string. In addition, show the minimum number of the page faults for the algorithm.

九州大学大学院システム情報科学府

知能システム学専攻・情報工学専攻・電気電子システム工学専攻・電子デバイス工学専攻
平成 17 年度 大学院修士課程 入学者選抜試験

数 学(Mathematics)

平成 16 年 8 月 31 日 (火)

13 時 30 分 ~ 15 時 30 分

解答上の注意 (Instructions)

1. 問題用紙は、『始め』の合図があるまで開いてはならない。
Do not open this cover sheet before the command of starting.
2. 問題用紙は表紙を含めて 3 枚，解答用紙は 4 枚である。
There are three question sheets including this cover sheet, and four answer sheets.
3. 問題用紙の表紙と解答用紙の全部に，受験番号，専攻名および氏名を記入すること。
Write your examinee's number, department's name and your name on this sheet and on each answer sheet.
4. 【問題 1】～【問題 5】から 4 問を選択し解答すること。
Answer four questions out of the questions [No. 1] to [No. 5].
5. 解答用紙は 1 問につき 1 枚を使用すること。
Use one answer sheet for one question.
6. 計算用紙は配らないので，問題用紙の裏などを適宜利用すること。
Use the reverse side of the question sheets for calculating.
7. 試験終了後，問題用紙も回収する。
Do not keep the question sheets after the examination.

受験番号

(Examinee's No.)

専攻

(Department)

氏名

(Name)

【問題 1】 (25 点)

(1) 以下のベクトル \mathbf{u}_1 , \mathbf{u}_2 および \mathbf{u}_3 が一次独立であることを示せ.

$$\mathbf{u}_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{u}_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{u}_3 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

(2) 次の行列式の値を求めよ. ただし, $\omega^4 = 1, \omega \neq 1$ である.

$$\begin{vmatrix} 1 & \omega & \omega^2 & \omega^3 \\ \omega & \omega^2 & \omega^3 & 1 \\ \omega^2 & \omega^3 & 1 & \omega \\ \omega^3 & 1 & \omega & \omega^2 \end{vmatrix}$$

【問題 2】 (25 点)

(1) 次の微分方程式が完全微分形であることを示せ.

(2) 次の微分方程式の一般解を求めよ.

$$2xy(dx + dy) + x^2(3dx + dy) + y^2dx + \frac{1}{3}dy = 0$$

【問題 3】 (25 点)

1. 任意のスカラー場 ϕ と任意のベクトル場 \mathbf{A} について,

$$\nabla \cdot (\phi \mathbf{A}) = (\nabla \phi) \cdot \mathbf{A} + \phi(\nabla \cdot \mathbf{A})$$

が成り立つことを証明せよ.

2. ベクトル場 $\mathbf{A} = (x^2 + 2y)\mathbf{i} - 7yz\mathbf{j} + 15xz^2\mathbf{k}$ について, 次の曲線 C に沿っての線積分を求めよ.

$$C: \quad \mathbf{r} = t\mathbf{i} + t^2\mathbf{j} + t^3\mathbf{k} \quad (0 \leq t \leq 1)$$

3. 原点を中心とし, 任意の半径の球面を考え, これを S とする. また, $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$, $r = |\mathbf{r}|$ とするとき,

$$\int_S \frac{\mathbf{r}}{r^3} \cdot \mathbf{n} dS = 4\pi$$

となることを証明せよ. ただし, 球面 S の単位法線ベクトル \mathbf{n} は S の外側に向くようにとる.

【問題 4】 (25 点)

- (a) C が 4 つの点, $z = 0, z = 1, z = 1 + i, z = i$ を結ぶ正方形の周で正方向を持つとき, 以下の複素積分を求めよ.

$$\oint_C (1 + z^2) dz$$

- (b) 次の方程式を満たす複素数 z を求めよ.

$$e^z = 1 + i$$

【問題 5】 (25 点)

B を有限集合, $(B, +, \cdot, -)$ をブール代数とする. ただし, $+$, \cdot , $-$ はそれぞれブール代数の加法, 乗法, 補元の演算を表し, $0 (\in B)$ を最小元, $1 (\in B)$ を最大元とする. また,

$$x \leq y \iff x + y = y, \quad x < y \iff x \leq y, \text{ and, } x \neq y$$

と定義する. $a (\in B)$ が

$$\begin{cases} a \neq 0, \\ 0 < a' < a \text{ であるような } a' (\in B) \text{ が存在しない} \end{cases}$$

を満たすとき, a を B の原子と呼ぶ. $b (\in B)$ は 0 ではないとする. 以下の問に答えよ.

- (1) $b \leq c$ でないならば $a \leq b \cdot c$ となる B の原子 a が存在することを証明せよ.

- (2) $\{a_1, a_2, \dots, a_k\} = \{a \mid a \leq b, a \text{ は } B \text{ の原子}\}$ とすると,

$$b = a_1 + a_2 + \dots + a_k$$

が成立することを証明せよ.

【No. 1】 (25 Points)

- (1) Show that the set of vectors

$$\mathbf{u}_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{u}_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{u}_3 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

is a linearly independent set.

- (2) Find the following determinant under $\omega^4 = 1, \omega \neq 1$.

$$\begin{vmatrix} 1 & \omega & \omega^2 & \omega^3 \\ \omega & \omega^2 & \omega^3 & 1 \\ \omega^2 & \omega^3 & 1 & \omega \\ \omega^3 & 1 & \omega & \omega^2 \end{vmatrix}$$

【No.2】 (25 Points)

- (1) Prove that the following differential equation is exact.
(2) Find the general solution of the following differential equation.

$$2xy(dx + dy) + x^2(3dx + dy) + y^2dx + \frac{1}{3}dy = 0$$

【No. 3】 (25 Points)

1. Prove the identity

$$\nabla \cdot (\phi \mathbf{A}) = (\nabla \phi) \cdot \mathbf{A} + \phi(\nabla \cdot \mathbf{A})$$

for an arbitrary scalar function ϕ and an arbitrary vector function \mathbf{A} .

2. Evaluate the line integral of the vector $\mathbf{A} = (x^2 + 2y)\mathbf{i} - 7yz\mathbf{j} + 15xz^2\mathbf{k}$ along the following curve C.

$$C: \quad \mathbf{r} = t\mathbf{i} + t^2\mathbf{j} + t^3\mathbf{k} \quad (0 \leq t \leq 1)$$

3. S is the closed surface on the sphere of arbitrary radius located at the origin. Given $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$ and $r = |\mathbf{r}|$. Prove that

$$\int_S \frac{\mathbf{r}}{r^3} \cdot \mathbf{n} dS = 4\pi$$

where \mathbf{n} is the unit normal vector is directed to the exterior of S .

【No. 4】 (25 Points)

- (a) Evaluate the following complex integral when C is the boundary of square with vertices $z = 0$, $z = 1$, $z = 1 + i$, $z = i$.

$$\oint_C (1 + z^2) dz$$

- (b) Solve the following equation

$$e^z = 1 + i.$$

【No. 5】 (25 Points)

Let B be a finite set, and $(B, +, \cdot, \bar{})$ be a Boolean algebraic system, where $+$, \cdot , and $\bar{}$ denote join, meet, and complementation, respectively. 0 is the least element and 1 is the greatest element. The relation \leq and $<$ are defined as follows:

$$x \leq y \iff x + y = y, \quad x < y \iff x \leq y, \text{ and, } x \neq y$$

$a(\in B)$ is called an **atom** of B , if $a \neq 0$ and there exists no element $a'(\in B)$ such that $0 < a' < a$. Let $b(\in B)$ be not 0 . Answer the followings.

- (1) Show that there exists an atom $a(\in B)$ such that $a \leq b \cdot \bar{c}$ if $b \leq c$ does not hold true.
- (2) Let $\{a_1, a_2, \dots, a_k\}$ be $\{a \mid a \leq b, a \text{ is an atom of } B\}$. Show that the following relation holds true:

$$b = a_1 + a_2 + \dots + a_k.$$

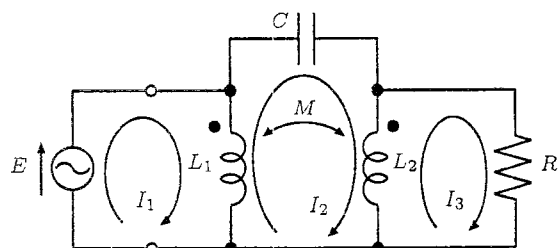
志望専攻名		受験番号		氏名	
-------	--	------	--	----	--

修士課程入学試験 電気回路 (2004年9月1日)

【4問中の1】

図の回路について次の問いに答えよ.

- (1) 閉路電流 I_1 , I_2 , I_3 に対する方程式を求めよ.
- (2) 密結合条件 $M^2 = L_1 L_2$ が成立する時, 電源から見た入力インピーダンス Z を求めよ.

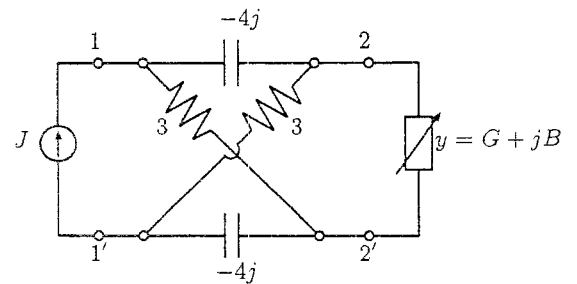


志望専攻名		受験番号		氏名	
-------	--	------	--	----	--

修士課程入学試験 電気回路 (2004年9月1日)

【4問中の2】

図の回路において負荷アドミタンス y のコンダクタンス $G (> 0)$ 及びサセプタンス B は可変とする。端子対 1-1' 間に電流源 J を加えたとき、 y での消費電力 P を最大とする G と B 及びそのときの P の最大値 P_{max} を求めよ。ただし図中の数字の単位は Ω である。



志望専攻名		受験番号		氏名	
-------	--	------	--	----	--

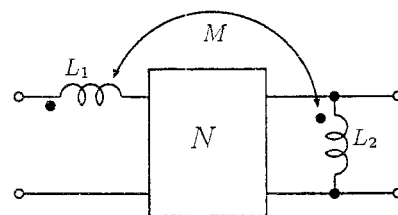
修士課程入学試験 電気回路 (2004年9月1日)

【4問中の3】

図の回路において、 N のインピーダンス行列

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix}$$

が既知である時、全体の2ポートのインピーダンス行列を求めよ。但し M は L_1, L_2 間の相互インダクタンスである。

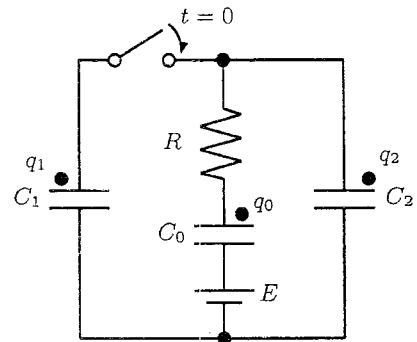


志望専攻名		受験番号		氏名	
-------	--	------	--	----	--

修士課程入学試験 電気回路 (2004年9月1日)

【4問中の4】

$t = 0$ でスイッチを閉じるとする. $t > 0$ における C_0 の電荷 $q_0(t)$ を求めよ. ただし, $t < 0$ では回路は定常状態にあったとし, スイッチを入れる前のキャパシタ C_0 及び C_1 の初期電荷はそれぞれ $q_0(-0) = q_{00}$, $q_1(-0) = 0$ であったとする.

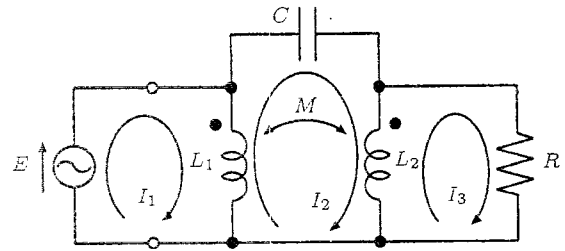


Desired Department		Examinee's Number		Name	
-----------------------	--	----------------------	--	------	--

Electric Circuits (Sep.1, 2004)

[1] In the figure,

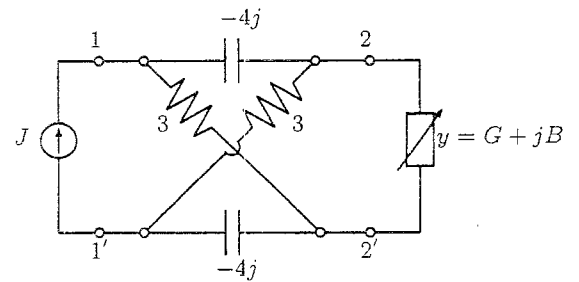
- (1) Find equations for loop currents I_1 , I_2 and I_3 .
- (2) Find the input impedance seen from the voltage source when the coupling condition $M^2 = L_1 L_2$ holds.



Desired Department		Examinee's Number		Name	
-----------------------	--	----------------------	--	------	--

Electric Circuits (Sep.1, 2004)

[2] Let $y = G + jB$ be a load admittance and let the conductance $G (> 0)$ and the susceptance B be variable quantities. We supply the current source J between the input terminals 1-1' as shown in the figure. Find G and B such that the consumption power P at the load y may be maximized and find the maximum power P_{\max} . Here the unit of the figures is Ω .



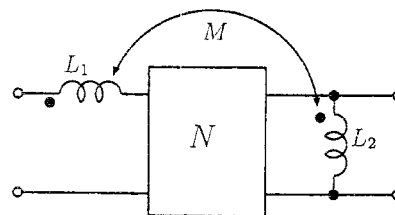
Desired Department		Examinee's Number		Name	
-----------------------	--	----------------------	--	------	--

Electric Circuits (Sep.1, 2004)

[3] Find the impedance matrix of the two-port consisting of the two-port N and two inductors L_1 and L_2 as shown in the figure where the impedance matrix of N is given by

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix}$$

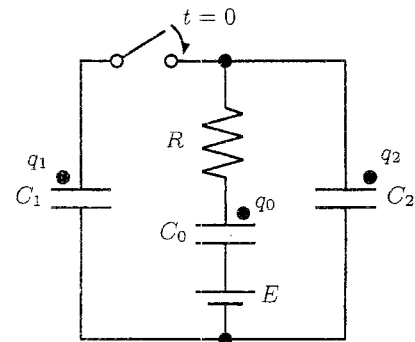
and M is the mutual inductance between L_1 and L_2 .



Desired Department		Examinee's Number		Name	
-----------------------	--	----------------------	--	------	--

Electric Circuits (Sep.1, 2004)

[4] We close the switch at $t = 0$. Assume that the circuit in the figure is in steady state at $t < 0$ and the initial charges stored at the capacitors C_0 and C_1 at $t = -0$ are given respectively by $q_0(-0) = q_{00}$ and $q_1(-0) = 0$. Find the charge $q_0(t)$ stored in the capacitor C_0 for $t > 0$.



平成17年度九州大学大学院システム情報科学府修士課程
電気電子システム工学専攻

電気電子システム工学試験問題

次の問題から1科目を選択し、その科目名を解答用紙の表紙に明示して解答しなさい。

1. 電子回路
2. 制御工学
3. 電力工学
4. エネルギー変換工学

1. 図1に示すトランジスタ増幅器について、次の問に答えよ。但し、式の導出の過程において、妥当な近似を想定して式を簡単化してよい。
- (1) 負荷 R_L に最大対称交流振幅を与えるバイアス点 (I_{CQ}, V_{CEQ}) を求めよ。
 - (2) トランジスタの簡略化モデル (h_{ie}, h_{fe} (又は g_m) 以外は無視する) を用いて、増幅器全体の交流小信号等価回路を求めよ。
 - (3) 上記の交流等価回路を用いて、電流利得 $A_i = I_L / I_i$ を導出せよ。
 - (4) 増幅器の入力抵抗 Z_i および出力抵抗 Z_o を求めよ。

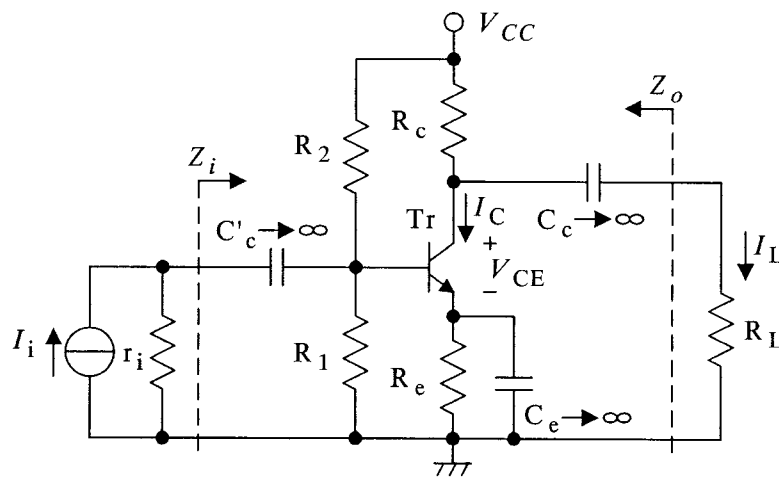


図1

2. 図2に示す回路の伝達関数 $G(s) = V_o(s) / V_i(s)$ を求めよ。また、図3の場合について、 $G(s)$ の表式を導き、電圧利得および位相の周波数特性の概形を描け。但し、演算増幅器は理想的であるとする。

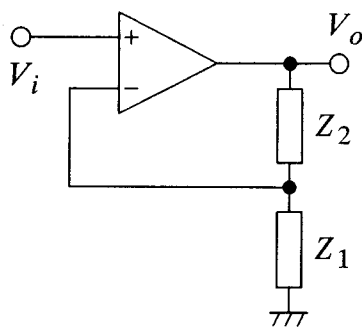


図2

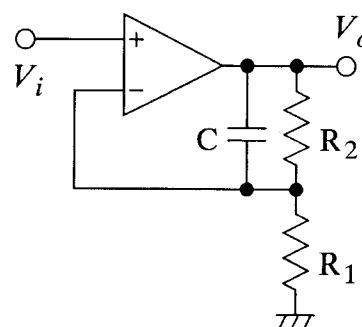


図3

ELECTRONIC CIRCUITS

Sep. 1, 2004

1. Solve the following problems on the transistor amplifier shown in Fig. 1. You can use some possible assumptions to simplify some equations.
- (1) Find the quiescent point (bias point), I_{CQ} , V_{CEQ} , to provide the maximum symmetrical swing of ac current to the load resistance R_L .
- (2) Show a small-signal equivalent circuit of the amplifier by using a simple transistor model composed of parameters of h_{ie} and h_{fe} (or g_m) only.
- (3) Derive the current gain $A_i = I_L / I_i$ from the above equivalent circuit.
- (4) Derive the input resistance Z_i and the output resistance Z_o of this amplifier.

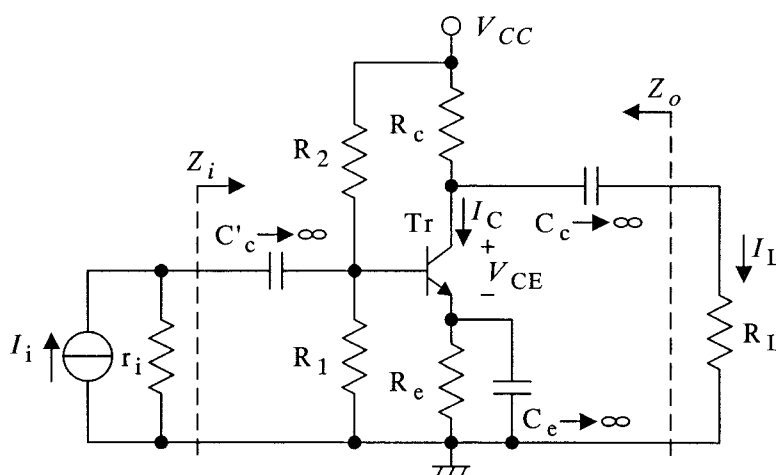


Fig. 1

2. Derive the transfer function $G(s) = V_o(s) / V_i(s)$ for the circuit shown in Fig. 2. Then, derive $G(s)$ for the circuit shown in Fig. 3, and sketch the frequency characteristics of the voltage gain and the phase. The operational amplifiers are assumed to be ideal.

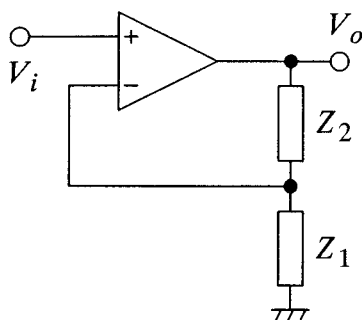


Fig. 2

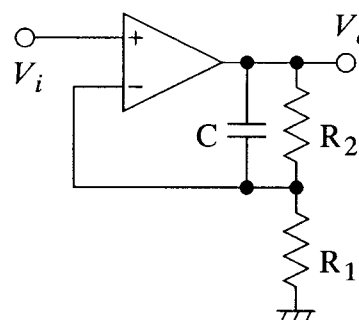
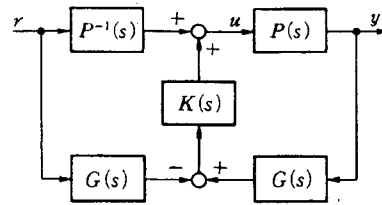


Fig. 3

平成 17 年度大学院入試問題（制御工学）

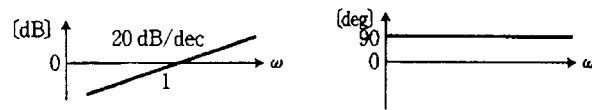
[問題 1] 下図のブロック線図について、 r から y までの伝達関数を求めよ。



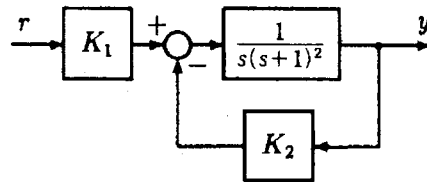
[問題 2] 以下の基本要素

$$\frac{1}{s}, \quad \frac{1}{1+Ts}, \quad \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2} (0 < \xi \ll 1)$$

のボード線図の概形を描け。参考：微分要素 s のボード線図の概形（ゲインと位相）は以下ようになる：



[問題 3] 下図に示すフィードバック制御系について考える。



問 1：目標値から r から制御偏差 $r - y$ までの伝達関数を求めよ。

問 2：閉ループが安定となるために、 K_2 が満足すべき条件を求めよ。

問 3： $r(t) = 1$ （単位ステップ関数）のとき、 $y(t)$ が定常偏差なく $r(t)$ に追従するために、ゲイン K_1, K_2 が満たすべき条件を求めよ。

[問題 4] 次式で表されるシステムを考える。

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), \quad y = Cx$$

問 1：システムが可観測であるとき、 A, B, C と G を用いて、このシステムの同次元オブザーバを構成せよ。ただし、 G はオブザーバゲインである。

問 2：問 1 で構成したオブザーバの推定誤差 $e(t) = x(t) - \hat{x}(t)$ を漸近的にゼロに収束させるためには、 G をどのようにすればよいかを定性的に説明せよ

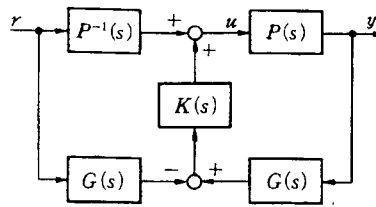
問 3：係数行列が

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 1 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad C^T = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

で与えられたとき、システムの可観測性を調べよ。

平成 17 年度大学院入試問題 (Control Engineering)

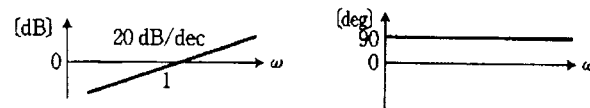
[Problem 1:] Obtain the transfer function from r to y of the system shown in the following figure.



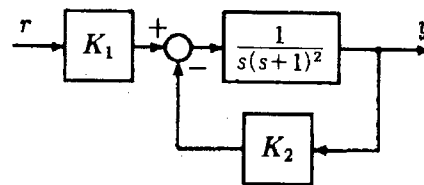
[Problem 2:] Sketch the Bode diagrams of the following basic elements:

$$\frac{1}{s}, \quad \frac{1}{1+Ts}, \quad \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2} (0 < \xi \ll 1)$$

Example: The sketch of the Bode diagram of the differential element s is given as



[Problem 2:] Consider the following feedback control system:



2-a: Obtain the transfer function from the command signal r to the control error $r - y$.

2-b: Find the appropriate interval of K_2 so that each K_2 in this interval stabilizes the feedback control system.

2-3: Find the conditions imposed on gains K_1, K_2 so that $y(t)$ follows $r(t) = 1$ (unit step function) without steady offset error.

[Problem 4:] Consider the following system:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), \quad y = Cx$$

4-a: If the system is observable, construct the full order observer of the system by using A, B, C and G , where G is the observer gain.

4-b: Explain qualitatively how G should be chosen to make the estimate error $e(t) = x(t) - \hat{x}(t)$ of the observer constructed in 4-a decays to zero asymptotically.

4-c: Investigate the observability of the system when the coefficient matrices are given as

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 1 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad C^T = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

平成 17 年度大学院入試問題

電力工学(Electric Power Engineerings)

問題 1

(a) Explain the chain reaction in an infinite reactor and show the number of neutrons in one generation of the chain reaction. Indicate the four-factor formula.

(b) Explain "microscopic cross-section" for nuclear reactions.

(c) Explain "thermal neutron".

((a) 有限な原子炉における連鎖反応を説明し、連鎖反応中の中性子一世代の中性子数を説明せよ。また、四因子公式を記して説明せよ。

(b) 核反応におけるミクロ衝突断面積を説明せよ。

(c) 熱中性子を説明せよ。)

問題 2

Prove the following equations.

(a) $[Z_{012}] = [T]^{-1} [Z_{abc}] [T]$

(b) $S_{3\phi} = 3\{\bar{V}_0 \bar{I}_0^* + \bar{V}_1 \bar{I}_1^* + \bar{V}_2 \bar{I}_2^*\}$

(次式を証明せよ。

(a) $[Z_{012}] = [T]^{-1} [Z_{abc}] [T]$

(b) $S_{3\phi} = 3\{\bar{V}_0 \bar{I}_0^* + \bar{V}_1 \bar{I}_1^* + \bar{V}_2 \bar{I}_2^*\}$

問題 3

Show that the locus of the complex receiving power in the P and Q plane as δ is a circle for constant voltages at the both ends of transmission line and the steady-state stability limit.

(定電圧送電の場合、P、Q面上で δ を変化したときの複素受電電力の軌跡が円になることを示し、定態安定極限電力を求めよ。)

(See the back page.)
(裏面も見よ。)

問題 4

Consider the 3 ϕ system as shown in figure. The relevant per unit reactances of system components are as follows:

For generator A: $X_0=0.05$; $X_1=0.3$; $X_2=0.2$

For generator B: $X_0=0.03$; $X_1=0.25$; $X_2=0.15$

For the transformer connected to the generator A: $X_0=X_1=X_2=0.12$

For the transformer connected to the generator B: $X_0=X_1=X_2=0.1$

For each line of two transmission lines in parallel: $X_1=X_2=0.3$, $X_0=0.7$

- Draw the 0, 1, 2 sequence circuits for the given system.
- Calculate sequence impedances, \bar{Z}_0 , \bar{Z}_1 , and \bar{Z}_2 , "looking in" at a fault location "F".
- A single line-to-ground fault occurs at the location F. Compute the fault currents and voltages.

(図のような 3 相電力システムにおいて、各部のリアクタンスが単位法表示で次のようである。)

発電機A: $X_0=0.05$; $X_1=0.3$; $X_2=0.2$

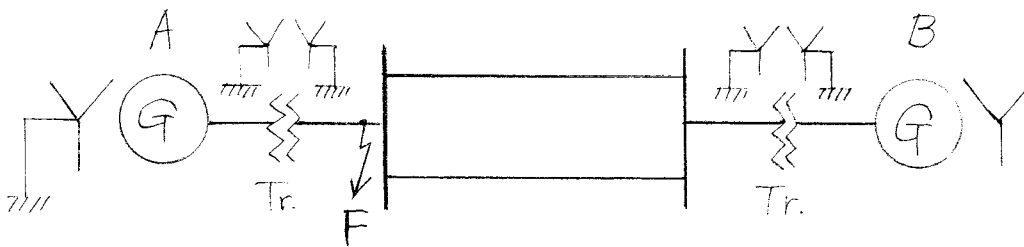
発電機B: $X_0=0.03$; $X_1=0.25$; $X_2=0.15$

発電機 A に接続した変圧器: $X_0=X_1=X_2=0.12$

発電機 B に接続した変圧器: $X_0=X_1=X_2=0.1$

2 回線送電線の各線路: $X_1=X_2=0.3$, $X_0=0.7$

- このシステムの零相、正相、逆相回路を描け。
- 故障点Fから見込んだ各対称成分リアクタンス \bar{Z}_0 、 \bar{Z}_1 、 \bar{Z}_2 を求めよ。
- 故障点Fにおいて一線地絡が発生した。故障点における電流と電圧を求めよ。



平成17年度 九州大学大学院システム情報科学研究科
電気電子システム工学専攻修士課程入学試験問題
エネルギー変換工学

問題 1

図1は三相誘導機の1相分簡易等価回路を示す。

(1) 図1を用いて、トルク T を電圧 V_1 表示で求めなさい。なお、誘導機の極数は2極とし、電源周波数を f_1 、同期回転角速度を $\omega (=2\pi f_1)$ とする。

(2) すべり s が定格値 ($0 < s < 0.05$) の近くでほぼ $r_2'/s \gg (x_1 + x_2')$ 、 $r_2'/s \gg r_1$ を満足する時、トルク T の近似式を誘導しなさい。

次に、負荷トルク $T_L = k\omega_r$ (ω_r : 回転子の回転角速度、 k : 比例定数) とすると、定格すべり $s_n = 0.02$ の時、 ω_{rn} の定格運転状態から $\omega_{r1} = \omega_{rn}/2$ へ速度制御を行う時、以下の問に答えなさい。

(3) (1) のトルク T による比例推移の原理を用いて、 ω_{r1} まで速度制御するためには、外部抵抗 $R_{ex} = \Delta r_{2l}$ は r_2' の何倍の抵抗を挿入すればよいか？また、この時のすべり s_1 を求めなさい。

(4) (2) のトルク T に従って、 V_1/f_1 を一定に制御しながら、速度制御を行えば、 ω_{r1} の新しい定常状態が得られる。このときのすべり s_2 を求め、(3) と比較して、どのように改善されるかを述べよ。

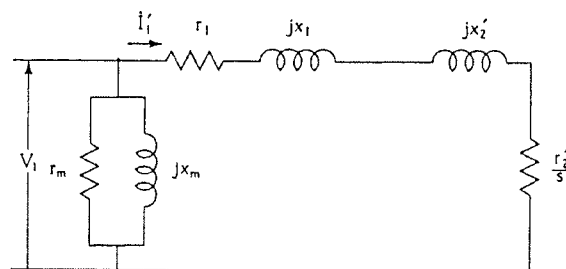


図1 誘導機の簡易等価回路

$$(r_1 = 0.5\Omega, r_2' = 0.8\Omega, x_1 = 2.0\Omega, x_2' = 3.0\Omega)$$

問題 2

図2に示す逆並列サイリスタ T_1 、 T_2 によって制御される単相交流電力回路において、交流電圧 v の実効値 $V = 100\text{V}$ 、電源周波数 $f = 60\text{Hz}$ (角周波数 $\omega = 2\pi f$)、 $\omega L = 1\Omega$ 、 $R = 1\Omega$ である。点弧角 $\alpha = 45^\circ$ として、下記の問いに答えなさい。

ただし、サイリスタ T_1 、 T_2 の順電圧降下は無視する。

(1) 負荷電圧 v_l 、負荷電流 i_l 、サイリスタ電圧 e_T の波形を図示しなさい。

(2) 負荷電圧の実効値 V_l および負荷電流の実効値 I_l を求めなさい。

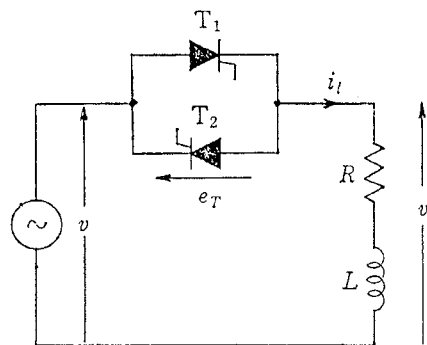


図2 単相交流電力制御回路

Energy Conversion

Problem 1

Figure 1 shows the per-phase equivalent circuit of induction motor.

(1) From Fig.1, write the torque equation in the term of voltage V_1 . The induction motor has 2 poles, the frequency of supply is f_1 and the angular speed is $\omega (=2\pi f_1)$.

(2) At small slip $r_2'/s \gg (x_1 + x_2')$ and $r_2'/s \gg r_1$, find the approximation for torque T .

Suppose that the load torque $T_L = k \omega_r$, in which ω_r is the rotor angular speed and k is a constant. When the speed control is made from the rated speed ω_{rn} at rated slip $s_n = 0.02$ to the speed $\omega_{r1} = \omega_{rn}/2$, answer the following questions.

(3) To obtain the speed ω_{r1} at based on the proportional shifting of the motor torque, as the external resistance $R_{ex} = \Delta r_{2l}$, how times the resistance r_2' should be inserted into the rotor circuit? Then find the slip s_1 .

(4) The speed ω_{r1} can be also obtained by the speed control based on inverter drive at constant V_1/f_1 operation. Then find the slip s_2 , and compare the one with the speed control method described in the above term(3).

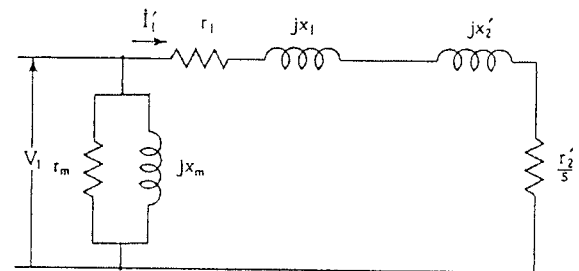


Fig.1. Per-phase Simplified Equivalent Circuit of Induction Motor

$$(r_1 = 0.5\Omega, r_2' = 0.8\Omega, x_1 = 2.0\Omega, x_2' = 3.0\Omega)$$

Problem 2

Figure 2 shows the ac power controller circuit system. The system consists of anti-parallel connected thyristors T_1 and T_2 . The rms value of ac voltage v is 100V, the frequency f is 60Hz (the angular frequency ω equals to $2\pi f$), the reactance ωL is 1Ω and the resistance R is 1Ω . For the firing angle α of thyristors equals to 45° , answer the following questions.

Neglect the voltage drop of thyristors.

(1) Illustrates the waveforms of load voltage v_l ,

load current i_l and thyristor voltage e_T .

(2) Find the rms value V_l of load voltage and the rms value I_l of load current.

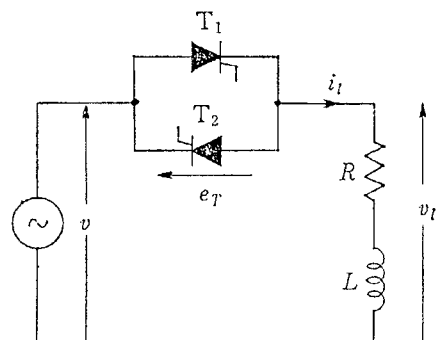


Fig.2. AC Power Controller

平成16年度九州大学大学院システム情報科学府修士課程
電子デバイス工学専攻

電子工学試験問題

次の問題から 1科目 を選択し、その科目名を解答用紙の表紙に明示して解答しなさい。

1. 電子回路
2. 制御工学
3. 電子デバイス工学

1. 図1に示すトランジスタ増幅器について、次の問に答えよ。但し、式の導出の過程において、妥当な近似を想定して式を簡単化してよい。

- (1) 負荷 R_L に最大対称交流振幅を与えるバイアス点 (I_{CQ}, V_{CEQ}) を求めよ。
- (2) トランジスタの簡略化モデル (h_{ie}, h_{fe} (又は g_m) 以外は無視する) を用いて、増幅器全体の交流小信号等価回路を求めよ。
- (3) 上記の交流等価回路を用いて、電流利得 $A_i = I_L / I_i$ を導出せよ。
- (4) 増幅器の入力抵抗 Z_i および出力抵抗 Z_o を求めよ。

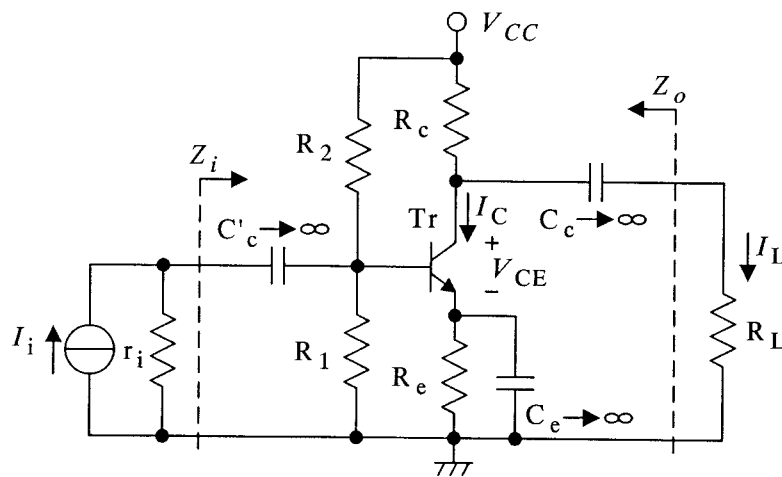


図1

2. 図2に示す回路の伝達関数 $G(s) = V_o(s) / V_i(s)$ を求めよ。また、図3の場合について、 $G(s)$ の表式を導き、電圧利得および位相の周波数特性の概形を描け。但し、演算増幅器は理想的であるとする。

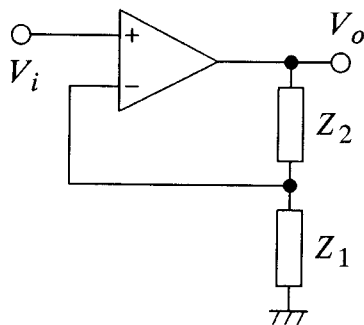


図2

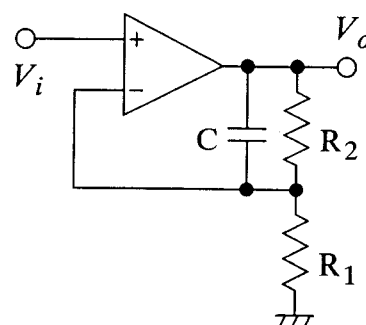


図3

ELECTRONIC CIRCUITS

Sep. 1, 2004

1. Solve the following problems on the transistor amplifier shown in Fig. 1. You can use some possible assumptions to simplify some equations.
 - (1) Find the quiescent point (bias point), I_{CQ} , V_{CEQ} , to provide the maximum symmetrical swing of ac current to the load resistance R_L .
 - (2) Show a small-signal equivalent circuit of the amplifier by using a simple transistor model composed of parameters of h_{ie} and h_{fe} (or g_m) only.
 - (3) Derive the current gain $A_i = I_L / I_i$ from the above equivalent circuit.
 - (4) Derive the input resistance Z_i and the output resistance Z_o of this amplifier.

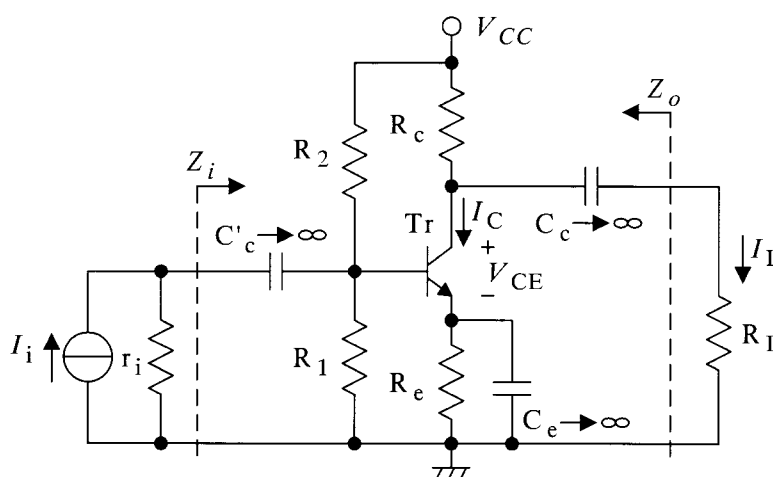


Fig. 1

2. Derive the transfer function $G(s) = V_o(s) / V_i(s)$ for the circuit shown in Fig. 2. Then, derive $G(s)$ for the circuit shown in Fig. 3, and sketch the frequency characteristics of the voltage gain and the phase. The operational amplifiers are assumed to be ideal.

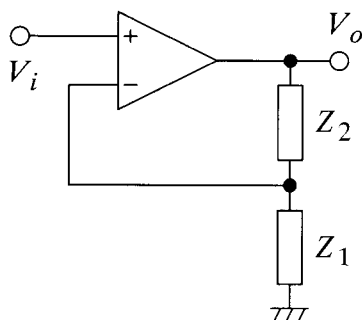


Fig. 2

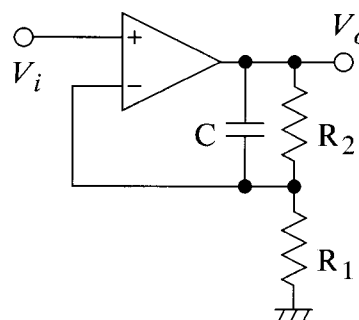
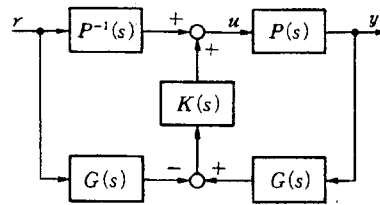


Fig. 3

平成 17 年度大学院入試問題（制御工学）

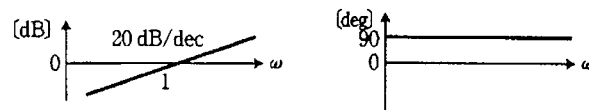
[問題 1] 下図のブロック線図について、 r から y までの伝達関数を求めよ。



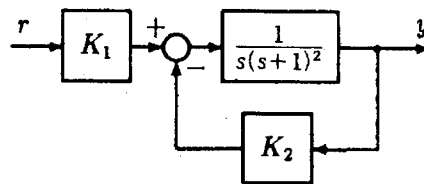
[問題 2] 以下の基本要素

$$\frac{1}{s}, \quad \frac{1}{1+Ts}, \quad \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2} (0 < \xi \ll 1)$$

のボード線図の概形を描け。参考：微分要素 s のボード線図の概形（ゲインと位相）は以下ようになる：



[問題 3] 下図に示すフィードバック制御系について考える。



問 1：目標値から r から制御偏差 $r - y$ までの伝達関数を求めよ。

問 2：閉ループが安定となるために、 K_2 が満足すべき条件を求めよ。

問 3： $r(t) = 1$ （単位ステップ関数）のとき、 $y(t)$ が定常偏差なく $r(t)$ に追従するために、ゲイン K_1, K_2 が満たすべき条件を求めよ。

[問題 4] 次式で表されるシステムを考える。

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), \quad y = Cx$$

問 1：システムが可観測であるとき、 A, B, C と G を用いて、このシステムの同次元オブザーバを構成せよ。ただし、 G はオブザーバゲインである。

問 2：問 1 で構成したオブザーバの推定誤差 $e(t) = x(t) - \hat{x}(t)$ を漸近的にゼロに収束させるためには、 G をどのようにすればよいかを定性的に説明せよ

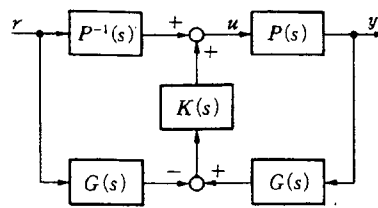
問 3：係数行列が

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 1 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad C^T = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

で与えられたとき、システムの可観測性を調べよ。

平成 17 年度大学院入試問題 (Control Engineering)

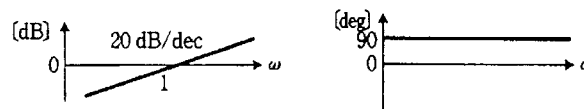
[Problem 1:] Obtain the transfer function from r to y of the system shown in the following figure.



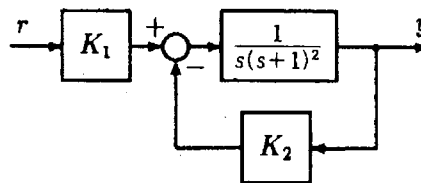
[Problem 2:] Sketch the Bode diagrams of the following basic elements:

$$\frac{1}{s}, \quad \frac{1}{1+Ts}, \quad \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2} (0 < \xi \ll 1)$$

Example: The sketch of the Bode diagram of the differential element s is given as



[Problem 2:] Consider the following feedback control system:



2-a: Obtain the transfer function from the command signal r to the control error $r - y$.

2-b: Find the appropriate interval of K_2 so that each K_2 in this interval stabilizes the feedback control system.

2-3: Find the conditions imposed on gains K_1, K_2 so that $y(t)$ follows $r(t) = 1$ (unit step function) without steady offset error.

[Problem 4:] Consider the following system:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), \quad y = Cx$$

4-a: If the system is observable, construct the full order observer of the system by using A, B, C and G , where G is the observer gain.

4-b: Explain qualitatively how G should be chosen to make the estimate error $e(t) = x(t) - \hat{x}(t)$ of the observer constructed in 4-a decays to zero asymptotically.

4-c: Investigate the observability of the system when the coefficient matrices are given as

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 1 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad C^T = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

平成17年度・修士課程入学試験・電子デバイス工学問題

注意1：電子回路，制御工学，電子デバイス工学のいずれか1科目しか解答できません。

注意2：答えは，氏名とともに別紙解答用紙に記入のこと。

問題1 (15点)

10^{16} [atoms/cm³]のB（ホウ素）濃度となる単結晶シリコン（Si）を作製した。単位体積あたりのSi原子数を 5×10^{22} [atoms/cm³]， 6×10^{23} 原子(1モル)相当のSiとB原子量はそれぞれ28，10.8，また，室温における真性キャリア密度は 1.5×10^{10} [/cm³]として下記の設問に答えよ。

- (1) 10kgのシリコンに対して，B何gが添加されていることになるか。
- (2) この結晶はn形かp形か。Bは3価の元素である。
- (3) この結晶中の，室温における，電子濃度，正孔濃度を求めよ。

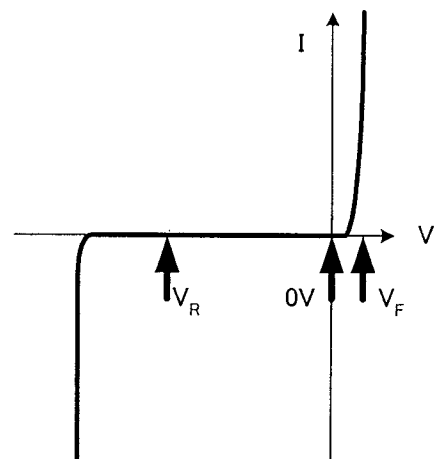
問題2 (10点)

半導体中のキャリア輸送には2種類の大きな機構が考えられる。その一つは“拡散現象”，他の一つは“ドリフト運動”である。その原理を簡単に説明しなさい。また，それぞれの機構について，現象を表す式あるいは電流を導く基本式（どちらでも良い）を合わせて示しなさい。

問題3 (20点)

アクセプタ濃度(N_A)が 10^{16} [/cm³]のp形半導体領域とドナー濃度(N_D)が 10^{20} [/cm³]のn形半導体領域とで構成される階段形p-n接合ダイオードがある。以下の設問に答えよ。

- (1) “階段形”p-n接合とはどういう意味か。
- (2) p-n接合ダイオードは代表的な整流素子である。右図に示す3つの動作電圧におけるバンド図（エネルギー準位図）をそれぞれ描け。図には，価電子帯の頂き(E_V)，伝導帯の底(E_C)，フェルミ・エネルギー(E_F)の位置，p-n接合の拡散電位(V_D)および印加電圧の大きさなどを記入すること。
- (3) p形領域に伸びた空乏層の厚さを x_p として，熱平衡状態における，接合中央での電界の大きさ E_{max} を求める式を導出しなさい。ここで，電荷素量は q ，半導体の誘電率を ϵ とせよ。



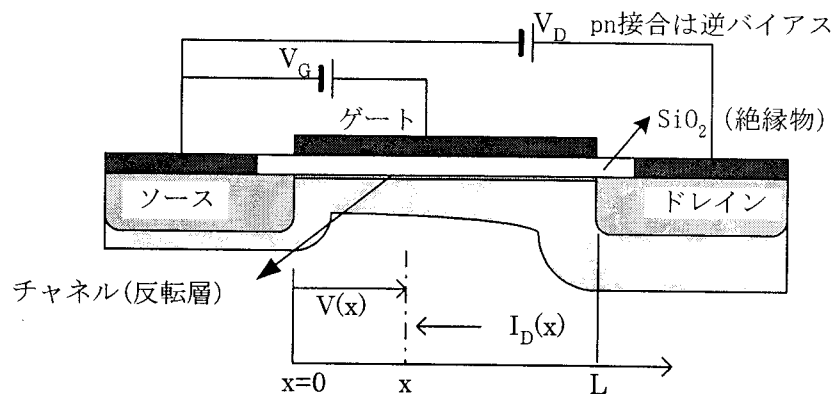
問題 4 (20 点)

通常構造の $n\text{-}p\text{-}n$ バイポーラトランジスタ (BJT) についての下記文章において、空欄の () 中に適切な語句を入れて文章を完結せよ。

- (1) 高性能の $n\text{-}p\text{-}n$ トランジスタを得るためには、エミッタ・ベース間 $p\text{-}n$ 接合を順方向バイアスしてエミッタからベースに注入したキャリア、すなわち (①) の数をベース領域で減らすことなく、コレクタに到達させる必要がある。このため、 p 形ベース層の厚さを (②) 作り、ベースの多数キャリアである正孔と (③) する機会を減らすようにしている。つまり、ベース中性層の厚さ W_b とベース領域での電子の拡散距離 L_n の間には (④) のような関係式が成り立つ。
- (2) 高性能のトランジスタを得るための 2 つ目の条件は、エミッタ側 $p\text{-}n$ 接合を通過する電流 I_E がほぼ全部ベースに注入される電子で構成されるようにすることである。つまり、電子とは逆向きにベースからエミッタに流れ込む (⑤) による電流 I_B を抑制することである。このため、ベース領域のアクセプタ不純物濃度 N_A を、エミッタ領域の (⑥) 不純物濃度 N_D を 1/100 程度に少なめにする。
- (3) このように、高性能 $n\text{-}p\text{-}n$ 形 BJT では、エミッタから注入された電子電流 I_E のほとんど全部がベース・コレクタ境界に到達して (⑦) 方向バイアスされたベース・コレクタ $p\text{-}n$ 接合を通して流れ出すコレクタ電流 I_C となり、ベースからはベース電流 I_B がわずかだけ流れ込む状況ができています。従って、(⑧) の関係で表されるベース接地電流増幅率 (利得) α の値は (⑨) 程度のものが得られ、 $I_C = \beta I_B$ の関係式で表される (⑩) β が 100~1000 にもなる高性能 BJT を得ることができる。

問題 5 (35 点)

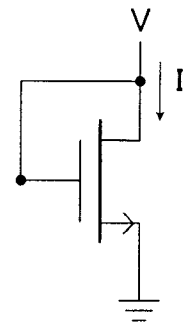
MOSFET の動作原理について、下記の設問に答えよ。ここで、チャネル幅 : W , チャネル長 : L , しきい電圧 V_T , 単位面積あたりのゲート容量 : C_{ox} , 移動度 : μ とせよ。



- (1) しきい電圧とは何か。簡単に述べよ。
- (2) 表面チャネルに集まるキャリア密度 $Q(x)$ をゲート電圧 V_G , しきい電圧 V_T , 単位面積あたりの

ゲート容量 C_{ox} , チャネル電圧 $V(x)$ で表せ.

- (3) MOSFET の能動状態で表面のチャネルに誘起されたキャリアは, なぜ基板奥のキャリアと混じり合わないか. 理由を述べよ.
- (4) ソースとドレイン間に電圧を加えると, それにより誘起された電界により, 表面の電荷がソースからドレインに向かって引きずられ, 電流が流れる. チャネルの位置 x におけるチャネルに沿う電界 $E(x)$ の強さを電圧 $V(x)$ で表わせ.
- (5) 電界 $E(x)$ の下でのキャリアの速度 $v(x)$ と移動度 μ を用いて表せ.
- (6) 電流密度はキャリア密度 Q とその速度 v の積で表される. MOSFET の場合, さらにチャネル幅に比例して電流は増える. このことから, MOSFET のチャネルに流れる電流 I_D を V_G , V_D の関数として導出せよ (3 極管領域の式).
- (7) ドレイン電圧が大きくなると, (b)で求めたチャネルでのキャリア密度が 0 (速度は ∞ と考える) になりチャネルが消失する. ピンチオフするドレイン電圧 V_P をゲート電圧 V_G の関数として導け.
- (8) また, ピンチオフ電圧以上のドレイン電圧において, MOSFET のチャネルに流れる電流 I_D を V_G と有効チャネル長 L_{eff} を用いて表せ.
- (9) 右図のように n チャネル MOSFET のドレインとゲートが接続されたダイオードの電流-電圧の関係を示し, また, その特性曲線を描け. ここで, MOSFET はエンハンスメント形である.



2005 Entrance Examination : Electronic Devices

Q1 (15 pts)

Answer the following questions. A Si semiconductor crystal with B concentration 10^{16} [atoms/cm³] is obtained. The number of Si atoms per unit volume is 5×10^{22} [atoms/cm³], the Si and B atomic weight (including 6×10^{23} atoms) is 28, 10.8, respectively. The intrinsic carrier number at room temperature is 1.5×10^{10} [/cm³]

- (1) How many grams of B share in the 10kg of Si ?
- (2) Which type is the grown Si crystal, n-type or p-type.?
- (3) Calculate the electron density and hole density in the grown Si at room temperature.

Q2 (10pts)

There are 2 main mechanisms for carrier transportation in semiconductor. One is the diffusion phenomena, and the other is drift motion. Please, explain the mechanisms within few lines, and also show a basic equation which explains the mechanism or the electric current formula, for each mechanism.

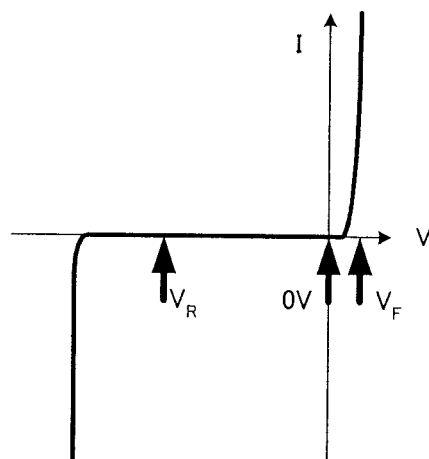
Q3 (20pts)

There is a step (i.e. abrupt) p-n junction diode has a p material of acceptor density $N_A = 10^{16}$ [/cm³], and an n material of donor density $N_D = 10^{20}$ [/cm³]. Answer the following questions.

- (1) What is the meaning of the “step” p-n junction?
- (2) p-n junction diode is the one of the famous rectifiers.

Sketch the band diagrams for 3 typical bias conditions drawn in the figure. Denote the top of the valence band (E_V), the bottom of the conduction band (E_C), Fermi energy (E_F), equilibrium contact potential (V_D) at the junction, and the applied voltage.

- (3) Formulate the equation the maximum electric field E_{\max} at the junction interface under thermal equilibrium. Where, x_p is the penetration of the space charge region into the p material, q is the magnitude of the electron charge, ϵ is the dielectric constant.



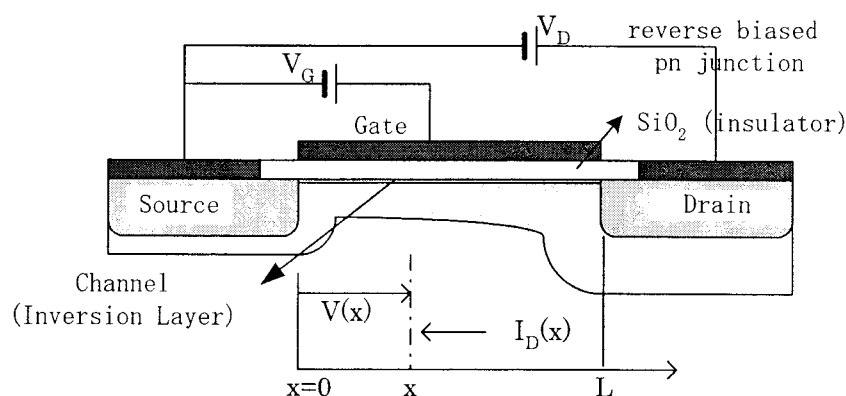
Q4 (20pts)

Insert suitable word into each () in the following sentences for a conventional Bipolar Junction Transistor(BJT).

- (1) To have a high performance n-p-n transistor, the main carriers (i.e.①) injected from the emitter-side p-n junction, under forward biasing, transport to the collector region through the base without any reducing of the number. Therefore, the thickness of the p-type base region should be (②) so that it doesn't (③) with the majority carrier hole in the base. Thus, the following relationship between the base width W_b and diffusion length L_e should be kept, (④).
- (2) The 2nd requirement to have a high performance n-p-n transistor is the electron to make up the most of the emitter current, namely, to reduce the (⑤) current I_B which flows from the base to the emitter. Therefore, the acceptor impurity N_A in the base is chosen will be a small fraction (perhaps 1/100) of the (⑥) impurity N_D in the emitter.
- (3) After the electron current I_E is injected from the emitter and reached to collector-base interface, the electron flows out as collector current I_C by (⑦) bias field across the collector-side p-n junction. The base current I_B is very little as compared to I_E . The current transfer ratio α is defined in equation of (⑧), which represents the emitter-to-collector current amplification. The typical value of α is (⑨). The (⑩) factor β is defined in equation of $I_C = \beta I_B$, the typical value is 100 to 1000.

Q5 (35pts)

Answer the following questions for MOSFET. Where, W is channel width, L is channel length, V_T is threshold voltage, C_{ox} is the gate capacitance per unit area, μ is carrier mobility.



- (1) What is the threshold voltage? Describe with one line.
- (2) Formulate the surface carrier density $Q(x)$ with gate voltage V_G , threshold voltage V_T , gate capacitance per unit area C_{ox} , and the channel voltage $V(x)$ at x .
- (3) What is the reason why the carrier in surface channel, induced under the active MOSFET operation mode, does not mix with the substrate carrier.
- (4) With the drain voltage V_D applied, there is a voltage drop $V(x)$ from each point x in the

channel to the source. Thus, the surface carrier in the channel is introduced to drain by the electric field. Formulate the electric field $E(x)$ along the channel with the voltage $V(x)$ at point x .

- (5) Formulate the carrier velocity $v(x)$ at point x along the channel with the electric field $E(x)$ and the mobility μ .
- (6) The current density is defined by the product of carrier density and the velocity $v(x)$. For the MOSFET, the drain current is relative to channel width W . Formulate the drain current of MOSFET as the function of V_G and V_D (in linear region)
- (7) As the drain voltage is increased, the voltage across the oxide decreases near the drain end, the channel at the point is disappeared. Formulate the pinch-off voltage as a function of V_G .
- (8) Over the pinch-off voltage, formulate the drain current I_D with V_G and the effective channel length L_{eff} .
- (9) There is an n-channel MOSFET with the drain connected to the gate as shown in the right figure. Formulate of the I-V relation of the diode, and sketch the I-V curve. The MOSFET is enhancement type.

