

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14年度入学試験問題
【平成13年9月4日（火），9月5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

[1] 次の英文を和訳せよ。Translate the following sentences into Japanese. (25点)

(出典: Beyond Gravity, by Sir Arthur Clarke, *National Geographic*, January 2001.)

- (1) As it turned out, our fears of weightlessness were much exaggerated, although there may be long-term effects about which little is yet known. Humans have now lived in space for longer than a year, and indeed some astronauts became so addicted to freedom from gravity that they were reluctant to return to Earth.
- (2) On the moon and Mars---the two most promising destinations---gravity is one-sixth and one-third Earth's, so we would have a reassuring feeling of enhanced strength there. However, should permanent settlements be established, any children born on those worlds may never be able to risk visiting the home planet.
- (3) Sooner or later today's hopelessly inefficient rockets (with payloads measured in fractions of a percent!) will be superseded by technologies that will make space travel no more expensive than atmospheric flight. The real cost, in terms of energy, of putting a human into orbit will be only a few hundred dollars, not the present millions of dollars.

志望 専攻名		受験 番号		氏名		TOEICまたはTOEFLの受験 経験がある場合は得点を下欄 に記入(概数でもよい。合否 には無関係)	
						TOEIC	
						TOEFL	

英語

〔2〕 次のニュース記事を読んで、以下の問いに答えよ。(25 点)

University of Michigan wins solar car race — July 26, 2001 Posted: 11:30 AM EDT (1530 GMT)

CLAREMONT, California (AP) - Driving a sleek, million-dollar car, a University of Michigan team completed a 2,247-mile sprint down America's Main Street on Wednesday to win what was billed as the world's most arduous solar car race.

The student-built M-Pulse took first place in the American Solar Challenge, traveling Route 66 from Chicago to this college town in 56 hours, 10 minutes and 46 seconds.

The University of Missouri-Rolla team finished second, with a cumulative time 80 minutes slower. It had led the race, but fell behind in New Mexico.

"We got caught in the clouds," said Eric Pieper, 19, one of the team's four drivers.

The cars raced from 8 a.m. to 6 p.m. daily, starting July 15. The cars were powered solely by the sun's rays, which beat down on photovoltaic cells that covered the surfaces of the wing-shaped, single-passenger machines.

The cost of the cars (A)

The race course followed what remains of Route 66 through Illinois, Missouri, Oklahoma, Texas, New Mexico, Arizona and California. On flat stretches, the cars hit 70 mph.

"They're electric race cars," said Richard King of the Department of Energy, which was the race's primary sponsor.

Canada's University of Waterloo took third place. Twenty-eight of the 30 entries finished the race; the last-place car, entered by the University of Alberta in Canada, was 83 hours behind the winner.

The racers were all from universities in the United States, Canada and England, save two entries: one from Hacienda Heights, California, high school and a racing club from Italy.

(出典: <http://www.cnn.com/2001/TECH/science/07/26/sun.race.ap/>)

- (1) 下線 a～e の語句と同じ意味となるものを 3 つの選択肢から選べ。(15 点)

a. completed

() moved, () finished, () placed

b. cumulative

() different number of, () successive additions of, () separation from

c. hit

() reached, () cleared quickly, () went back to

d. entries

() things that will happen in the future, () teams taking part in the competition.

() rights to enter the place

e. save

() except for, () use less energy for, () prevents the other team from a goal for

- (2) 空欄 A に入れるのに適した文を次の語句を用いて書け。ただし選択肢には不要な単語が一つある。(5 点)
{than, from, to, on, more, ranged, \$30,000, \$1 million}

- (3) 記事に登場するレースに参加した大学名とその順位をレースの着順に並べて書け。また平均時速が計算ができるものについてはその値を mph (miles per hour) unit で付記せよ。(5 点)

姓名		職名		氏名	
----	--	----	--	----	--

英語

[3] 次の文を読み下記の問に答えよ。

Why do we want to make ^(a)sentient machines? Mostly because there are many things that non-thinking machines are very bad at, like understanding the many ambiguities of meaning, recognizing unexpected patterns, and solving problems ^(b)_____. It may be, for example, that if you want to send a robot to Mars or Europa instead of an astronaut, it will need a self-aware intelligence to get the job done.

The history of artificial intelligence has been one of redefining what intelligence and consciousness is. Activities that were once thought to be the epitome of intelligence --- playing chess for example --- have been dissected into mindless algorithms. ^(c)We have reached a point where it is clear that all foreseeable approaches to a self-aware machine involve fundamental complexities as full of unknowables as quantum mechanics. In creating such a machine, who knows with what qualities it will also inevitably be endowed? Just as one cannot create a magnetic north pole without simultaneously bringing into existence a corresponding ^(d)_____, emotion and intelligence could be two sides of the same coin. (出展: IEEE Spectrum, July 2001)

epitome: 縮図, dissect: 解剖する. 議論・学説などを詳細に吟味・解析する.

(1) 下線部(a)と同様の意味で用いられている語句を文中から探せ. (5点)

回答 _____

(2) 下線部(b)にもっとも適切な語を以下の4つから選べ. (5点)

A. simultaneously B. spontaneously C. seemingly D. specially

回答 _____

(3) 下線部(d)に入ると思われる語句を記せ. (5点)

回答 _____

(4) 下線部(c)を和訳せよ. (10点)

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.).

昔であれば、目の不自由な人は情報が必要な場合、誰かに頼んで本や新聞を読んでもらう必要があった。しかし現在では、情報ネットワークのコンピュータ化のお陰で、自分自身で情報を集めることが可能である。耳の不自由な人は電話の代わりに電子メールを利用することができる。身体障害者にとって、パソコンは日々の生活に欠かすことができない道具となりつつある。

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

1. 真空中（誘電率 ϵ_0 ）で、図1に示すように、2枚の半無限平板導体が互いに直交して置かれている。（2枚の半無限平板導体の交線上に z 軸をとっている。）図に示すように、その間の点 P_1 （両板からの距離 a, b ）を通り z 軸に平行に無限に長い線状電荷（線電荷密度 $+\lambda$ ）を配置したとき次の問に答えよ。

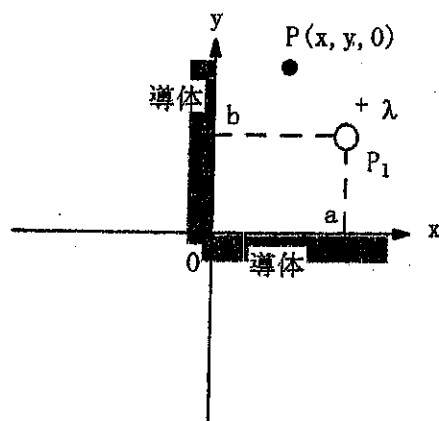


図1 ($z = 0$ 平面上での断面図)

- (1) 鏡像電荷の位置と大きさを示せ。
- (2) 鏡像電荷を利用して、2枚の半無限平板導体にはさまれた点 $P(x, y, 0)$ における電位を求めよ。
- (3) x 軸上および y 軸上の面電荷密度 σ_x, σ_y を、それぞれ、 x の関数と y の関数として表せ。

2. 図2に示すように、長さ L の同軸円筒状電極にはさまれた領域（内外半径 a, b ）に、2種類の導電性誘電体（導電率 σ_1, σ_2 、誘電率 ϵ_1, ϵ_2 ）が、左右対称に充てんされているとき、次の問に答えよ。ただし、端部効果は無視できるものとする。

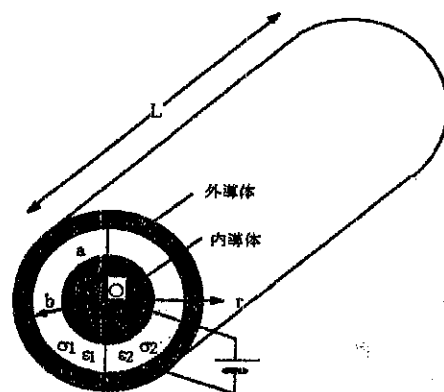


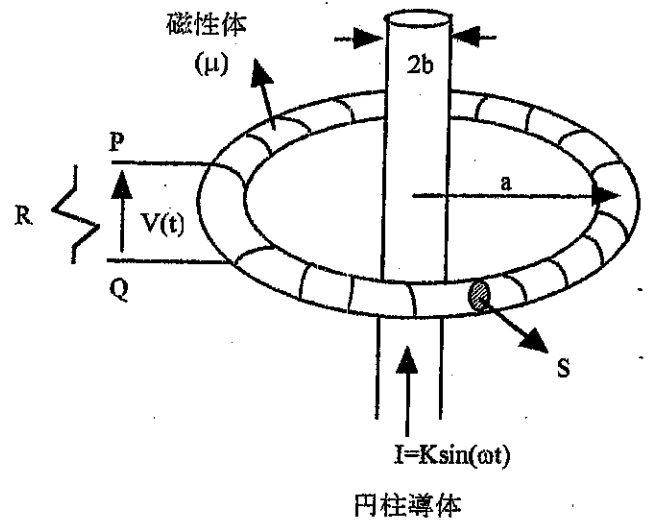
図2

- (1) 外側円筒電極に対して内側電極に電圧 V を加えた時に、内外電極間に流れる電流を求めよ。
- (2) 内外電極間の抵抗 R と静電容量 C の比 RC を求めよ。

受験番号：

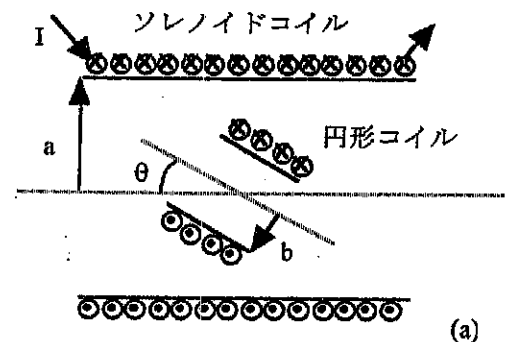
氏名：

問3. 図に示すように透磁率 μ 、平均半径 a 、断面積 S のドーナツ状磁性体に導線が N 回巻かれたトロイダルコイルがある。また、コイルの中心を垂直に半径 b の円柱導体が通過しており、導体には電流 $I(t)=K\sin(\omega t)$ が流れている。ただし、電流は導体内を一様に流れるものとする。また、磁性体以外の領域の透磁率は μ_0 とする。さらに、 $a \gg S^{1/2}$ であり、トロイダルコイル内の磁束の漏れは無いものとする。



- (1) 電流 I によって発生する円柱導体内部の磁界 B の分布を求めよ。また、円柱導体内に蓄えられる磁気エネルギー U_m から導体の単位長さ当たりの内部インダクタンス L_i を求めよ。
- (2) トロイダルコイルの両端 P, Q を開放した時、コイルの両端に誘導される電圧 $V(t)$ を求めよ。
- (3) コイルの両端 P, Q に抵抗 R を接続した時、抵抗に流れる電流 $I_R(t)$ の振幅を求めよ。

問4. 図(a)に示すように半径が a 、単位長さ当たりの巻数が n である円筒状の無限長ソレノイドコイルがあり、図(b)に示すような電流 $I(t)$ をソレノイドコイルに流す。ただし、 $0 < t < T$ における電流 $I(t)$ の波形は任意のものとする。また、ソレノイドコイルの内部には半径が b 、全巻数 N の円形コイルが θ の角度で配置されている。ただし、透磁率はすべての領域で μ_0 とする。



- (1) 時刻 $t > T$ において、円形コイルを角速度 ω で回転した場合 ($\theta = \omega t$) に円形コイルに誘導される起電力 V を求めよ。
- (2) 時刻 $t > T$ において、ソレノイドコイルの内部に蓄えられている単位長さ当たりの磁気エネルギー U_m を求めよ。
- (3) 時刻 $0 < t < T$ において、ソレノイドコイルに誘導される一巻き当たりの電圧から、ソレノイドコイルの円周方向に誘導される電界 E を求めよ。
- (4) 時刻 $0 < t < T$ においてソレノイドコイルの内部に伝送される単位長さ当たりの電力 P をポインティングベクトルを用いて求めよ。この電力を $t=0$ から $t=T$ まで積分することによりコイルに蓄積される磁気エネルギー U_m が(2)の結果と等しくなることを示せ。

電磁気学

問題訂正

問 2 の (2)

(誤)

内外電極間の抵抗 R と静電容量 C の比 RC を求めよ。

(正)

内外電極間の抵抗 R と静電容量 C の積 RC を求めよ。

【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。裏を使用してもよい。

[1] 以下の状態遷移表で表されるカウンタについて、下記の問いに答えよ。

現状態			次状態 q'_1 q'_2 q'_3		
			クロック入力 x		
q_1	q_2	q_3	$x = 0$	$x = 1$	
0	0	0	0 0 0	0	1 1
0	1	1	0 1 1	0	1 0
0	1	0	0 1 0	1	1 1
1	1	1	1 1 1	1	0 1
1	0	1	1 0 1	0	0 0

- (1) 次状態 $q'_i (i = 1, 2, 3)$ の最簡 AND-OR 型論理式を求めよ。
- (2) RS フリップ・フロップの特性方程式は、 $q' = S + \bar{R}q$ (但し $SR = 0$) で与えられる。 S および R を q, q' の論理関数で表せ (S, R の don't care 項をそれぞれ u, v とせよ)。
- (3) 上記カウンタを RS フリップ・フロップを用いて設計せよ。
 - (a) 各 q'_i に対応するフリップ・フロップの入力 $S_i, R_i (i = 1, 2, 3)$ の駆動関数の最簡 AND-OR 型論理式を求めよ。
 - (b) 設計したカウンタの回路図を示せ。

[2]

CMOS論理回路の基本動作について下記の問いに答えよ.

- (1) 図1の回路の論理ゲートとしての動作を説明せよ.
- (2) 3入力NORを実現するCMOS回路を図示せよ.
- (3) MOSトランジスタを用いたDRAMの回路構造を示し, その動作原理を説明せよ.

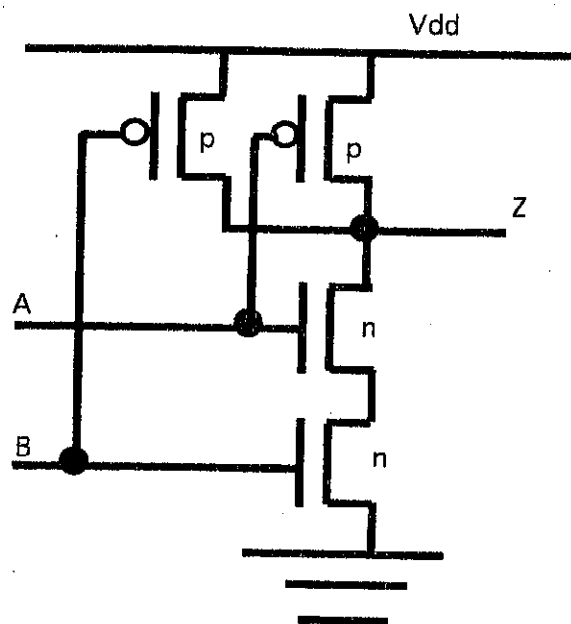


図1. 回路図

[3]

以下の文法 G について設問に答えよ。

$$G = \{ P, E \}$$

$$P = \{ E \rightarrow TE' \}$$

$$E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$$

$$T \rightarrow FT'$$

$$T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$$

$$F \rightarrow (E) \mid i \mid]$$

$$V_N = \{ E, T, F \}$$

$$V_T = \{ +, *, (,), i \}$$

- ① First 集合、Follow 集合、Director 集合を求め文法 G が LL(1) 文法であることを説明せよ。
- ② 再帰的下向き構文解析という観点から LL(1) 文法の特徴を述べよ。
- ③ 上記 G の再帰的下向き構文解析プログラムを書け(擬似コード可)。

[4]

[4-1]

下記の5つのプロセスが同時に READY 状態から始まったとき、以下の質問に答えよ。ただし、プロセスの優先度は、値が大きいほど高いとする。初期状態において、優先度3のREADY状態キューはプロセスA、プロセスBの順序で繋がれている。また、優先度2のREADY状態キューはプロセスC、プロセスDの順序で繋がれている。また、READY状態キューは、FIFOによるキュー操作を仮定する。さらに、プロセッサ処理のいかなる時点においてもプリエンプションが不可能で、かつタイムスライス間隔が0.6秒の場合、を仮定する。

- ・プロセスA（優先度3）は、プロセッサ処理（0.1秒）と入出力待ち（1.0秒）を繰り返す。
- ・プロセスB（優先度3）は、プロセッサ処理（0.2秒）と入出力待ち（1.1秒）を繰り返す。
- ・プロセスC（優先度2）は、プロセッサ処理（0.4秒）と入出力待ち（0.9秒）を繰り返す。
- ・プロセスD（優先度2）は、プロセッサ処理（0.5秒）と入出力待ち（0.8秒）を繰り返す。
- ・プロセスE（優先度1）は、プロセッサ処理（0.7秒）と入出力待ち（0.6秒）を繰り返す。

（問4-1）何秒後に初めてタイムスライス機能が働くか。また、その時、どのプロセスからどのプロセスへの切り替えが行われるか。なお、タイムスライス機能が働かない場合は「なし」とし、その理由を説明せよ。

（問4-2）どのプロセスが、1.25秒後にRUN状態か。

（問4-3）1.55秒後にREADY状態のプロセスを全て記せ。

（問4-4）1.95秒後にWAIT状態のプロセスを全て記せ。

[4-2]

仮想アドレス0xabcde（16進表現）が実アドレス0x8de（16進表現）に変換される様子を図に示し、説明せよ。ただし、1ブロックは512バイトとする。

[5]

データベース

下に示すようなR, S, Tの3つのリレーションがある. 次の問に答えよ.

問[1] 2つのリレーション $U(A_1, A_2, \dots, A_n)$ と $V(B_1, B_2, \dots, B_m)$ とが「和両立」である条件を書け.

問[2] R, S, T に次の関係代数演算を施した時の結果を書け.

R			S			T		
A	B	C	A	B	C	D	E	F
a	b	c	b	f	a	b	f	a
d	a	e	d	a	e	d	a	e
a	d	c						

(1) $R \cup S =$

(2) $R - S =$

(3) $R \times T =$

(4) $\pi_{A, C}(R) =$

(5) $\sigma_{B=a}(R) =$

(6) $R \bowtie_F T =$
(Fは ' $A = F$ ' とする)

問[2] 上の (1) から (6) までの演算に対応する問い合わせをSQLで書け.

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

(6)

[6]

下のように定義される2分木を考える。

```
type tree = @ node;  
  node = record  
    info:integer;  
    left,right:tree  
  end;
```

- (1) 2分木に含まれる節の個数を求める手続きを書け。
- (2) 2分探索木の定義を述べよ。
- (3) 2分探索木に整数値を持つノードを一つ追加する手続きを書け。ただし、追加した結果の2分木は2分探索木となること。

Computer Science & Engineering

[Note] There are six questions. Choose four questions out of the six and answer them (25 points for each problem).

Each question is written in both Japanese and English. 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]

For a counter with the state transition table given below, answer the following questions.

present state $q_1 \quad q_2 \quad q_3$			next state $q'_1 \quad q'_2 \quad q'_3$		
			clock input x		
			$x = 0$	$x = 1$	
0	0	0	0 0 0	0	1 1
0	1	1	0 1 1	0	1 0
0	1	0	0 1 0	1	1 1
1	1	1	1 1 1	1	0 1
1	0	1	1 0 1	0	0 0

- (1) Obtain a minimal sum of product (SOP) formula of the next state $q'_i (i = 1, 2, 3)$.
- (2) The characteristic equation for a RS flip-flop is given as $q' = S + \overline{R}q$ where $SR = 0$. Represent S and R with a logical function of q and q' . (Let u and v be a don't care term for S and R , respectively.)
- (3) Design the above counter using RS flip-flops.
 - (a) Assign a RS flip-flop to q'_i , and obtain a minimal SOP form of the driving function for each of the flip-flop's inputs S_i and R_i ($i = 1, 2, 3$).
 - (b) Draw a circuit diagram of the designed counter.

[2]

Answer the following questions on CMOS circuits.

(1) Explain the behavior of the circuit in Fig. 1 as a logic gate.

(2) Show the CMOS circuit of a 3-input NOR gate.

(3) Show the circuit of DRAM using MOS transistor and explain the behavior of it.

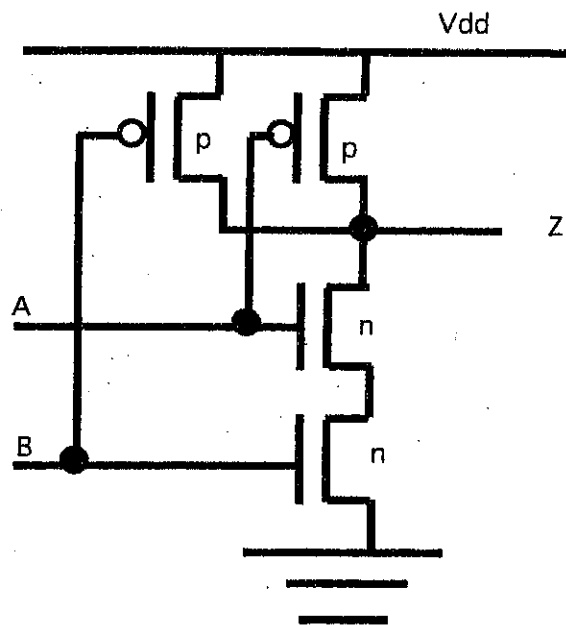


Fig.1 Circuit

[3]

- ① Compute FIRST sets, FOLLOW sets and DIRECTOR sets for the grammar G, and explain G is LL(1).
- ② Explain the features of LL(1) grammars from the view point of making a recursive-descend parser.
- ③ Write a recursive-descend parser program for G. Pseudo-code is acceptable. (Assume a variable nextToken holds the next token of the input and a function getToken() updates the variable nextToken.)

The Grammar G:

$$\begin{aligned} G &= \{ P, E \} \\ P &= [\quad E \rightarrow TE' \\ &\quad E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon \\ &\quad T \rightarrow FT' \\ &\quad T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon \\ &\quad F \rightarrow (E) \mid i \quad] \\ V_N &= \{ E, T, F \} \\ V_T &= \{ +, *, (,), i \} \end{aligned}$$

[4]

[4-1]

When the following five processes began with READY status simultaneously, answer the following questions. However, it is assumed that priority of process is high as a value is big. In initial condition, READY status queue of priority 3 is connected with process A, order of process B. READY status queue of priority 2 is connected with process C, order of process D. And READY status queue supposes queue operation by FIFO to be it. A pre-emption cannot be possible in any kind of point in time of a processor processing and a time-slice space supposes a case of 0.6 sec furthermore.

Process A (priority 3) repeats a processor processing (0.1 sec) and input-output being waiting for (1.0 sec).

Process B (priority 3) repeats a processor processing (0.2 sec) and input-output being waiting for (1.1 sec).

Process C (priority 2) repeats a processor processing (0.4 sec) and input-output being waiting for (0.9 sec).

Process D (priority 2) repeats a processor processing (0.5 sec) and input-output being waiting for (0.8 sec).

Process E (priority 1) repeats a processor processing (0.7 sec) and input-output being waiting for (0.6 sec).

(問 4-1) how many seconds does a time-slice facility act for the first time after? And are changes from which process to which process done then?

If a time-slice facility does not act, you have to write "no," and explain the reason.

(問 4-2) which process is RUN status after 1.25 sec?

(問 4-3) Write all process name which is READY status after 1.55 sec?

(問 4-4) Write all process name which is WAIT status after 1.95 sec?

[4-2]

Explain the condition that virtual address 0xabcd (HEX) is converted into real address 0x8de (HEX), by using a figure. However, 1 block is 512 bytes.

[5]

Database

R, S, and T are relations which are depicted below. Answer the following questions.

Question[1] Define the condition for the two relations

$U(A_1, A_2, \dots, A_n)$ and $V(B_1, B_2, \dots, B_m)$ to be union compatible.

Question[2] Write the result relations for the following 6 relational algebra operations.

R

A	B	C
a	b	c
d	a	e
a	d	c

S

A	B	C
b	f	a
d	a	e

T

D	E	F
b	f	a
d	a	e

(1) $R \cup S =$

(2) $R - S =$

(3) $R \times T =$

(4) $\pi_{A, C}(R) =$

(5) $\sigma_{B=a}(R) =$

(6) $R \bowtie_F T =$
(Fは 'A = F' とする)

Question[3] Write the above queries in SQL.

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

(6)

[6]

Consider the binary tree defined as the following pascal program:

```
type tree = @ node;  
  node = record  
    info:integer;  
    left,right:tree  
  end;
```

- (1) Write a procedure which counts the number of nodes in a tree.
- (2) Describe the definition of "binary search tree".
- (3) Write a procedure which inserts an integer to a binary search tree.
The result should be a binary search tree.

九州大学大学院システム情報学府

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 14 年度 修士課程 入学試験

数 学

平成 13 年 9 月 4 日 (火)
13 時 30 分 ～ 15 時 30 分

解答上の注意

1. 問題用紙は、『始め』の合図があるまで開いてはならない。
2. 問題用紙は表紙を含めて 3 枚、解答用紙は 4 枚である。
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。
4. 【問題 1】～【問題 5】から 4 問を選択し解答すること。
5. 解答用紙は 1 問につき 1 枚を使用すること。
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。
7. 配点は問題用紙に記してある。
8. 試験終了後、問題用紙も回収する。

受験番号

専攻

氏名

【問題 1】(25 点)

A社のパソコンのシェアを x_1 , B社のパソコンのシェアを x_2 , C社のパソコンのシェアを x_3 とする ($x_1, x_2, x_3 \geq 0$ で $x_1 + x_2 + x_3 = 1$). また, A社のユーザが1年後, A社のユーザになる確率を a_{11} , B社のユーザになる確率を a_{21} , C社のユーザになる確率を a_{31} とする. 同様に, B社のユーザが1年後, A社のユーザになる確率を a_{12} , B社のユーザになる確率を a_{22} , C社のユーザになる確率を a_{32} , C社のユーザが, A社のユーザになる確率を a_{13} , B社のユーザになる確率を a_{23} , C社のユーザになる確率を a_{33} とする. すると, 1年後の各社のパソコンのシェア y_1, y_2, y_3 は以下の式で求めることができる.

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = Ax$$

$$(1) A = \begin{bmatrix} 0.8 & 0.4 & 0.2 \\ 0.1 & 0.4 & 0.3 \\ 0.1 & 0.2 & 0.5 \end{bmatrix}, \quad x = \begin{bmatrix} 0.3 \\ 0.3 \\ 0.4 \end{bmatrix} \text{ とした時, } n \text{ 年後のシェアを求めよ. ただし,}$$

a_{ij} は年によらず一定とする.

(2) 十分時間がたった時のシェアは, 最初のシェアに関わらず, A だけで決定されることを示せ.

【問題 2】(25 点)

曲面 S のパラメータ表示を $r = r(u, v) = (u - v)i + (u + v)j + (u^2/a^2 + v^2/b^2)k$ とする. ただし, i, j, k は x 軸, y 軸, z 軸の正方向の単位ベクトルである.

(1) 曲面 S 上の点 $P(x_0, y_0, z_0)$ における単位法線ベクトル n を求めよ.

(2) 曲面 S 上の点 $P(x_0, y_0, z_0)$ における接平面の方程式を求めよ.

【問題 3】(25 点)

次の微分方程式の一般解を示せ.

1. $(1 - y) dx + (1 - x) dy = 0$

2. $(x^2 + y^2) dx - 2xy dy = 0$

【問題 4】 (25 点)

複素関数 $f(z) = u(x, y) + i v(x, y)$ について以下の問に答えよ.

- 関数 $u(x, y)$ および $v(x, y)$ がいずれも x および y に関して微分可能であるとき,

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\{u(x + \Delta x, y) + i v(x + \Delta x, y)\} - \{u(x, y) + i v(x, y)\}}{\Delta x}$$
 および
$$\lim_{\Delta y \rightarrow 0} \frac{\{u(x, y + \Delta y) + i v(x, y + \Delta y)\} - \{u(x, y) + i v(x, y)\}}{i \Delta y}$$
 を求めよ.
- 上の結果を基に, $f(z)$ が $z = x + i y$ で微分可能なとき, u, v が満たすべき関係式を導け.
- $f(z) = (x^2 + 2xy + ay^2) + i v(x, y)$ が上記の関係式を満たすように定数 a および関数 $v(x, y)$ を定めよ.

【問題 5】 (25 点)

$(S, +, \cdot)$ を S の任意の元 x, y, z に対して, 以下の公理が成立する $S \ni 0, S \ni 1$ なる代数系とする.

$$\begin{aligned} x + y &= y + x, & x \cdot y &= y \cdot x, \\ x + (y + z) &= (x + y) + z, & x \cdot (y \cdot z) &= (x \cdot y) \cdot z, \\ x + (x \cdot y) &= x, & x \cdot (x + y) &= x, \\ x \cdot (y + z) &= (x \cdot y) + (x \cdot z), & x + (y \cdot z) &= (x + y) \cdot (x + z), \\ x + 0 &= x, & x \cdot 1 &= x. \end{aligned}$$

また, S 上の順序 \leq を

$$x \leq y \stackrel{\text{def}}{=} x + y = y$$

と定義する. 今, 単項演算子 $\bar{}$ を

$$x \cdot y = 0 \iff x \leq \bar{y}$$

が成立する演算子として導入する. 以下の問に答えよ.

- (1) S の任意の元 x, y, z に対して, 以下が成立することを証明せよ.

- $x \leq y \iff x \cdot y = x$
- $x + x = x$
- $y \leq x$ かつ $z \leq x \implies y + z \leq x$
- $x \leq x + y$

- (2) 任意の $b (\in S)$ に対して,

$$\{a \mid a \cdot b = 0, a \in S\} = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \implies \bar{b} = a_1 + a_2 + \dots + a_n$$

が成り立つことを証明せよ.

- (3) $x \cdot \bar{x} = 0$ を証明せよ. また, $S = \{0, u, 1\}$ のとき, $\bar{0}, \bar{1}, \bar{u}$ の値を求めよ.

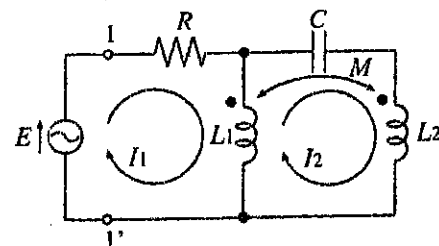
志望専攻名		受験番号		氏名	
-------	--	------	--	----	--

大学院入試 電気回路 (2001.9.5)

【4問中の1】

図の回路において

- (1) 閉路電流 I_1 , I_2 に対する閉路方程式を求めよ。ただし, L_1 と L_2 の間には相互インダクタンス M があるとする。
- (2) 端子対 1-1' から見た入力インピーダンスを求めよ。



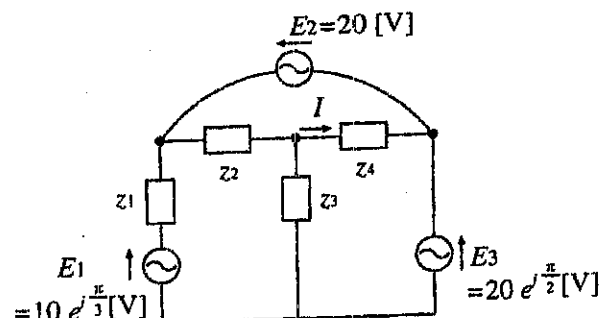
【4問中の2】

図の回路でインピーダンス $z_i (i = 1, 2, 3, 4)$ は次のように与えられているとする。

$$z_1 = 1 [\Omega], \quad z_2 = 1 + j [\Omega],$$

$$z_3 = 1 - j [\Omega], \quad z_4 = 2 + 3j [\Omega]$$

このとき電流 I (フェーザ) 及び z_4 での消費電力 P を求めよ。

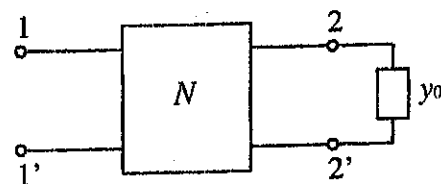


【4問中の3】

図の2端子対回路 N のアドミタンス行列 Y が

$$Y = \begin{bmatrix} 1+j & j \\ j & 1-j \end{bmatrix}$$

であるとする。 N の 1-1' 間に 1 [V] の電圧源をつないだとき、負荷アドミタンス y_0 に 1 [A] の大きさの電流が流れ、一方 $\sqrt{3}$ [A] の電流源をつないだときも同じく 1 [A] の大きさの電流が流れる。 y_0 を求めよ。

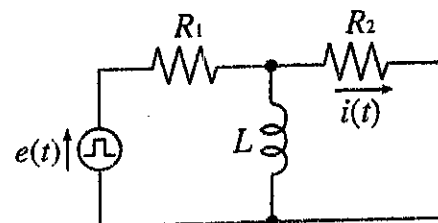


【4問中の4】

図の回路で $t > 0$ における電流 $i(t)$ を求めよ。ただし、電圧源 $e(t)$ を

$$e(t) = \begin{cases} E (= \text{定数}) & 0 \leq t < T \\ 0 & t \geq T \end{cases}$$

とし、 $t = -0$ では L には電流は流れていないとする。



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

Electric Circuits (Sep.5, 2001)

[1]

- (1) Find the loop equation for the loop currents I_1 and I_2 . Here there is a mutual inductance M between L_1 and L_2 .
- (2) Find the input impedance seen from the terminals 1-1'.

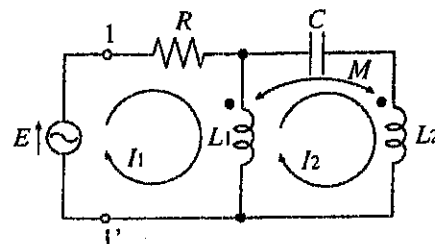


Fig.1

[2]

Assume that the impedances z_i ($i = 1, 2, 3, 4$) in the circuit are given as:

$$z_1 = 1 [\Omega], \quad z_2 = 1 + j [\Omega],$$

$$z_3 = 1 - j [\Omega], \quad z_4 = 2 + 3j [\Omega]$$

Find the current I (phasor) and the power P consumed at the impedance z_4 .

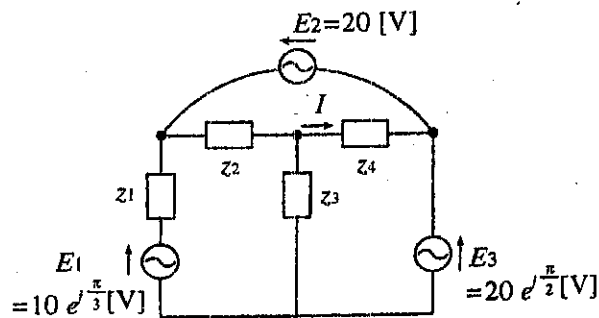


Fig.2

[3]

The admittance matrix Y of the two-port N is given by

$$Y = \begin{bmatrix} 1+j & j \\ j & 1-j \end{bmatrix}$$

Suppose that if the 1[V] voltage source is connected across the terminals 1-1', then 1[A] current flows through y_0 . Suppose also that if the $\sqrt{3}$ [A] current source is connected across the terminals 1-1', then 1[A] current flows through y_0 . Find the load admittance y_0 .

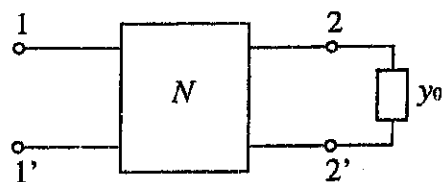


Fig.3

[4]

Find the current $i(t)$ for $t > 0$, where the voltage source $e(t)$ is given by:

$$e(t) = \begin{cases} E(=\text{const.}) & 0 \leq t < T \\ 0 & t \geq T \end{cases}$$

and where the current through the inductor L at $t = -0$ is 0.

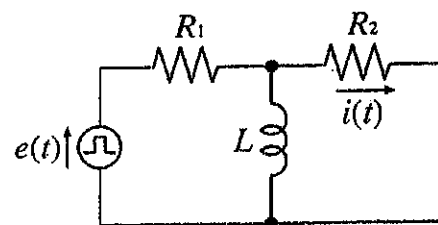


Fig.4

平成14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

電気電子システム工学・電子工学 試験問題

電子回路

平成13年9月5日(水) 10:50~12:20

1. 図1に示すLC発振器について、次の問に答えよ。

(1) トランジスタの簡略化モデル (h_{ie} , g_m (又は h_{fe}) 以外は無視する) を用いて、LC発振器の小信号等価回路を示せ。

(2) LC発振器を帰還増幅器として見た場合のループゲインを求め、更に特性方程式を求めよ。

但し、 $R_b \gg h_{ie}$ とする。

(3) 上で求めた特性方程式にラウス・フルビッツの安定判別法を用いて、発振開始条件及び定常状態における発振周波数と振幅条件を求めよ。

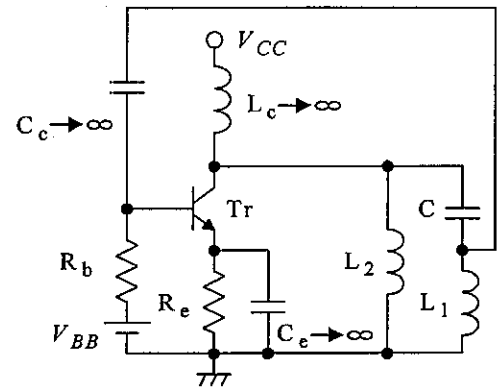


図1 (Fig. 1)

1. Solve the following problems on the LC oscillator shown in Fig. 1.

(1) Show a small-signal equivalent circuit of the LC oscillator by using a simplified model of the transistor where only h_{ie} , g_m (or h_{fe}) are considered.

(2) Derive the loop gain of the LC oscillator when it is seen as a feedback amplifier, and then derive the characteristic equation. Here, the relation $R_b \gg h_{ie}$ can be assumed.

(3) By applying the Routh-Hurwitz criterion to the characteristic equation derived above, obtain the condition for starting the oscillation, the frequency of oscillation and the condition of amplitude for the steady state oscillation.

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。

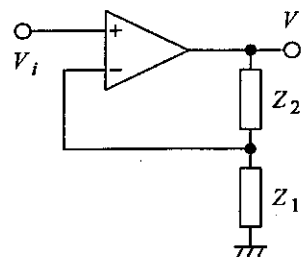


図2 (Fig. 2)

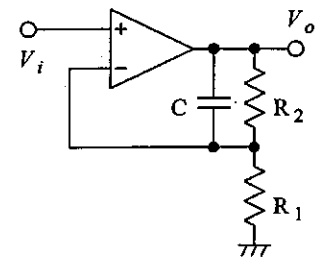


図3 (Fig. 3)

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.

3. カルノー図を用いて、次の論理関数を簡単化せよ。

3. Simplify the following logic function by using the Karnaugh Map.

$$f = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}C\overline{D} + \overline{A}C\overline{D}$$

Problems of Entrance Examination in 2002 to Graduate School of
Information Science and Electrical Engineering of Kyushu University

– Control Engineering –

(All questions should be answered in English)

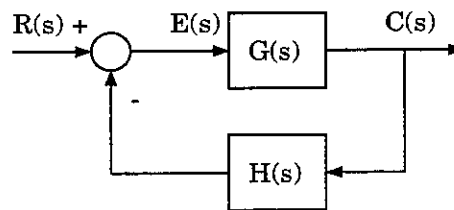
Sept. 5, 2001 (Wed.)

10:50 to 12:20

- Question 1: Obtain the Inverse Laplace transform of

$$X(s) = \frac{b_{m+1}s^m + b_ms^{m-1} + \dots + b_1}{(s + P_1)^k(s + P_2)\dots(s + P_\ell)} \quad (n > m)$$

- Question 2: Obtain the steady state error $e(\infty)$ of the following system



- Question 3: Solve the following equation

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 1 & -2 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u(t), \quad x(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad u(t) = 1 \quad (t \geq 0)$$

- Question 4: Study Controllability and Observability of the following system

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 3 & 2 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} u(t), \quad y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} x(t)$$

- Question 5: Explain what you know about the following

- (1) Neural Networks
- (2) Fuzzy Systems
- (3) Genetic Algorithm

電気電子システム工学 (電力工学)

1. 送電系統で、輸送有効電力は送電端と受電端の電圧位相差に、無効電力は系統の電圧降下に密接に関係していることを証明せよ。
2. n 基の発電プラントからなる複合サイクル発電がある。 i 番目の発電プラントの熱効率が η_i であるとき、複合サイクル発電方式の場合の熱効率 η が次式で表せることを証明せよ。

$$\eta = 1 - \prod_i (1 - \eta_i)$$

3. n 台の火力発電機が経済運用で運転されている。次の問いに答えよ。
 - 1) 負荷電力 P_R 、送電損失 P_L 、 i 火力発電機の出力 P_i の関係式を示せ。
 - 2) 損失方程式を説明せよ。
 - 3) i 発電所の燃料費が $F_i(P_i)$ で表されるとき、上記 1) の条件下で $\sum_{i=1}^n F_i$ を最小にするには、 P_i をどのように選べばよいか。
4. 電力システムで事故が起こり発電機のインピーダンスを含めた送電系統の直列インピーダンスが jX から $j2X$ に変化した。送電端と受電端の電圧を V_o 、 V_i として、次の条件で故障時の過渡安定度を判定せよ。ただし、送電系統の損失は無視せよ。
a) $P_m = V_o V_i / 2X$ 、 b) $P_m = V_o V_i / 4X$
5. 次の問いに答えよ。
 - (a) Δ 結線変圧器の零相等価回路を描け。
 - (b) 同期化力を説明せよ。
 - (c) サージインピーダンスローディング(SIL)を説明せよ。。
 - (d) 天然ウラン中の U^{234} 、 U^{235} 、 U^{238} の割合は、0.0054 : 0.72 : 99.275 である。現在の原子力発電所では、わずかしかな含まれていない U^{235} を燃料としている。その理由を述べよ。

以上

平成14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。

いま、負荷トルク $T_L = k \omega_r^2$ (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 $s_n = 0.03$ の時、 ω_{rn} の定格運転状態から $\omega_{r1} = \omega_{rn}/3$ へ速度制御を行う。

(3) 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、外部抵抗として 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 と二次効率 η_{21} を求めなさい。

(4) インバータ周波数を f_1 として、 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 と二次効率 η_{22} を求め、(3) と比較して、どのように改善されるかを述べよ。

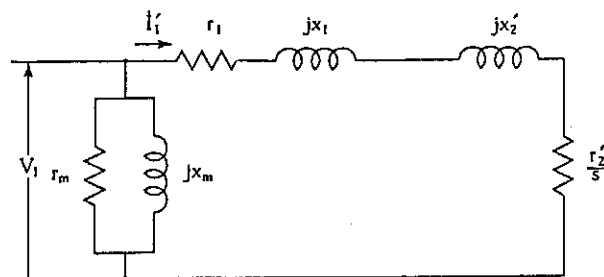


図1 誘導機の簡易等価回路

問題 2

図2の純ブリッジ回路で、電源 v は実効値100V、周波数60Hzの正弦波、制御角 $\alpha = 30^\circ$ および直流電流 $I_d = 5$ A として、以下の問いに答えなさい。

ただし、重なり角は無視する。

(1) 総合力率、ひずみ率を求めなさい。

(2) C を挿入して、電源の基本波力率を1にしたい、 C の値を求めなさい。

ただし、サイリスタの順電圧降下と電源インピーダンスは無視できるものとします。

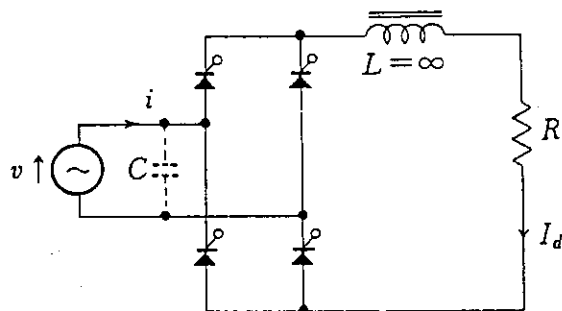


図2 単相純ブリッジ回路

平成14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

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 $T_L = k \omega_r^2$, 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 $s_n = 0.03$ to the speed $\omega_{r1} = \omega_{rn}/3$,

(3) To obtain the speed ω_{r1} at based on the proportional shifting of the motor, as the external resistance, how times the resistance r_2' should be inserted into the rotor circuit? Then show the slip s_1 and the secondary efficiency η_{21}

(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 show the slip s_2 and the secondary efficiency η_{22} , and compare the one with the speed control method described in the above term(3).

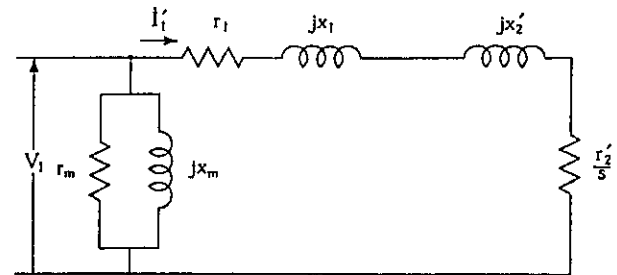


Fig.1. Per-phase approximate equivalent circuit of induction motor

Problem 2

Figure 2 shows the circuit of thyristor bridge rectifier. The source voltage v is 100 volts and the frequency f is 60Hz. When the firing angle α of the thyristor is 30° and the dc current I_d is 5 amp,

(1) Find the power factor and the distortion factor.

(2) Find the necessary value of capacitance C to obtain unity fundamental power factor by inserting the capacitance C .

Neglect the forward voltage drop of the thyristor and the impedance of the source.

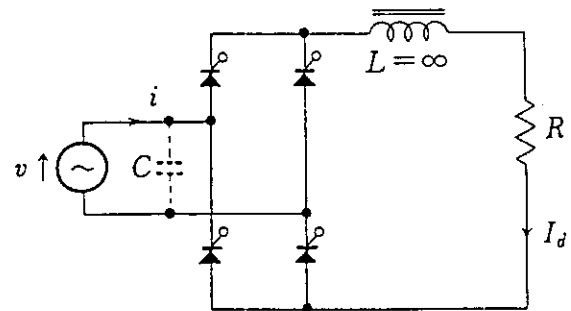


Fig.2. Single phase bridge rectifier circuit

平成14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

電気電子システム工学・電子工学 試験問題

電子回路

平成 13 年 9 月 5 日 (水) 10:50~12:20

1. 図 1 に示す LC 発振器について、次の間に答えよ。

(1) トランジスタの簡略化モデル (h_{ie} , g_m (又は h_{fe}) 以外は無視する) を用いて、LC 発振器の小信号等価回路を示せ。

(2) LC 発振器を帰還増幅器として見た場合のループゲインを求め、更に特性方程式を求めよ。

但し、 $R_b \gg h_{ie}$ とする。

(3) 上で求めた特性方程式にラウス・フルビッツの安定判別法を用いて、発振開始条件及び定常状態における発振周波数と振幅条件を求めよ。

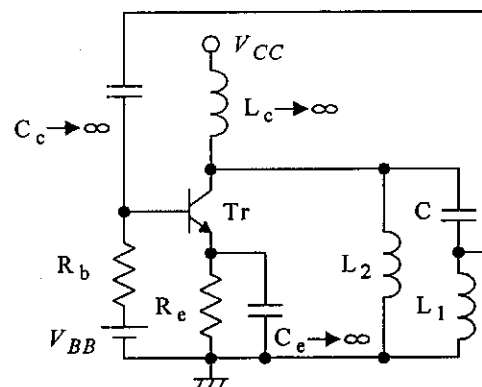


図 1 (Fig. 1)

1. Solve the following problems on the LC oscillator shown in Fig. 1.

(1) Show a small-signal equivalent circuit of the LC oscillator by using a simplified model of the transistor where only h_{ie} , g_m (or h_{fe}) are considered.

(2) Derive the loop gain of the LC oscillator when it is seen as a feedback amplifier, and then derive the characteristic equation. Here, the relation $R_b \gg h_{ie}$ can be assumed.

(3) By applying the Routh-Hurwitz criterion to the characteristic equation derived above, obtain the condition for starting the oscillation, the frequency of oscillation and the condition of amplitude for the steady state oscillation.

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。

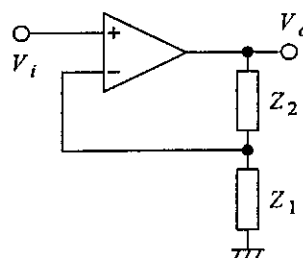


図 2 (Fig. 2)

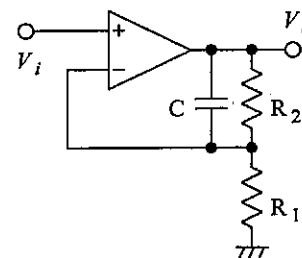


図 3 (Fig. 3)

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.

3. カルノー図を用いて、次の論理関数を簡単化せよ。

3. Simplify the following logic function by using the Karnaugh Map.

$$f = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}C\overline{D} + \overline{A}C\overline{D}$$

Problems of Entrance Examination in 2002 to Graduate School of
Information Science and Electrical Engineering of Kyushu University

– Control Engineering –

(All questions should be answered in English)

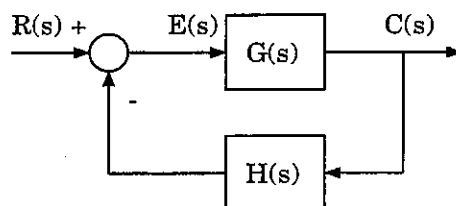
Sept. 5, 2001 (Wed.)

10:50 to 12:20

- Question 1: Obtain the Inverse Laplace transform of

$$X(s) = \frac{b_{m+1}s^m + b_ms^{m-1} + \dots + b_1}{(s + P_1)^k(s + P_2)\dots(s + P_\ell)} \quad (n > m)$$

- Question 2: Obtain the steady state error $e(\infty)$ of the following system



- Question 3: Solve the following equation

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 1 & -2 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} u(t), \quad x(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad u(t) = 1 \quad (t \geq 0)$$

- Question 4: Study Controllability and Observability of the following system

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 3 & 2 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} u(t), \quad y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} x(t)$$

- Question 5: Explain what you know about the following

- (1) Neural Networks
- (2) Fuzzy Systems
- (3) Genetic Algorithm

平成 14 年度・修士課程入学試験・電子デバイス工学問題

注意：電子回路・制御工学・電子デバイスのいずれか 1 科目しか回答できません。

回答は、氏名と共に別紙回答用紙に記入の事

問題 1. (20 点)

以下の設問に答えよ。

- (1) 絶縁体、半導体、金属のバンド構造（エネルギー帯構造）を模式的に示せ。
- (2) 上記の模式図を参考にして、下記(a)、(b)の理由を簡単に説明せよ。
 - (a) 半導体の電気抵抗率が絶縁体のそれよりも小さい理由
 - (b) 半導体と金属では電気抵抗率の温度依存性が異なる理由
- (3) 直接遷移型半導体と間接遷移型半導体のバンド構造を模式的に示せ。この場合、縦軸をエネルギーE、横軸を波数kで表示する事。
- (4) 上記の模式図を参考にして、「発光デバイスにはガリウム砒素(GaAs)の方が、シリコン(Si)やゲルマニウム(Ge)よりも好適である理由」を簡単に説明せよ。

問題 2. (30 点)

不純物を導入する事により半導体の電気的特性は大きく変化する。n型の不純物（ドナー不純物）を含む半導体(n型不純物半導体)に関して以下の設問に答えよ。

- (1) シリコン(Si)結晶をn型としたい。Siに導入すべき代表的なn型不純物の名前を一つあげよ。
- (2) 不純物半導体のキャリア濃度は温度によって大きく変化する。キャリア濃度nの対数を縦軸(Y軸)に、絶対温度Tの逆数を横軸(X軸)に取って両者の関係を模式的に図示せよ。特に高温領域、中温領域、低温領域における様子が判る様に注意せよ。
- (3) キャリア濃度を温度の関数として実験的に測定する事により、(a)ドナー準位と伝導帯のエネルギー差、(b)価電子帯と伝導帯のエネルギー差を求める事ができる。問題 2-(2)で回答した図を用い、(a)、(b)の各々のエネルギー差を求める方法を簡単に説明せよ。
- (4) Si 結晶に $1 \times 10^{22} \text{ m}^{-3}$ の濃度を有する n 型不純物を導入した。この試料の抵抗率 ρ を室温で測定した処、抵抗率は $5 \times 10^{-3} \text{ } \Omega \text{m}$ であった。この試料の電子移動度 μ の値を求めよ。電子移動度 μ の単位も記載する事。但し導入した n 型不純物は全てが電氣的に活性化しているものとし、電子の電荷量は $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ とする。
- (5) Si 結晶に導入する n 型不純物の濃度を $1 \times 10^{24} \text{ m}^{-3}$ とした。室温における電子移動度の値は問題 2-(4)で求めた値と比較して、「高い値となるか」、或いは「低い値となるか」を答えよ。
- (6) 問題 2-(4)の試料(n型不純物濃度： $1 \times 10^{22} \text{ m}^{-3}$)において、室温における正孔の濃度を求めよ。但し、室温での Si の真性キャリア濃度は $1.5 \times 10^{16} \text{ m}^{-3}$ とする。

問題 3. (20 点)

バイポーラトランジスタに関して下記の設問に答えよ。

- (1) エミッタ (E), ベース (B), コレクタ (C) からなる pnp バイポーラトランジスタがある。通常の動作状態 (活性状態) のバイアス条件を考慮したバンド図をフェルミ準位を考慮して描け。
- (2) 上図を参考にし、コレクタ電流の大きさがベース電流で制御できる理由を簡単に述べよ。
- (3) バイポーラトランジスタを高周波に適するトランジスタとするには npn トランジスタとすべきか pnp トランジスタとすべきかを判断して答えよ。
- (4) 問題 3-(3)において npn トランジスタとすべきか pnp トランジスタとすべきかを判断した理由を、ベース領域における電子或いは正孔の振る舞いを考慮して簡単に述べよ。

問題 4. (30 点)

チャネル長 (ゲート長) が L 、チャネル幅 (ゲート幅) が W 、ゲート酸化膜容量が C_{ox} の n チャネル MOSFET (MOS 型電界効果トランジスタ) がある。ソース・ゲート間に正のゲート電圧 V_{gs} を印加し、ソース・ドレイン間にドレイン電圧 V_{ds} を加えると電子が誘起されチャネル内をソースからドレインへと流れる。このような n チャネル MOSFET に関して下記の設問に答えよ。尚、ソースからドレイン方向の位置 x に関してはソース端を $x = 0$ 、ドレイン端を $x = L$ とせよ。

- (1) MOSFET のしきい値電圧を V_{th} 、チャネルの x 点における電位を $V(x)$ とした時、チャネルの電子の電荷密度 $Q_n(x)$ を式で示せ。
- (2) チャネル内の電子の移動度を μ とした時、ドレイン電流 I_D を式で示せ。なお、移動度 μ はチャネル内で一定の値を持つものとする。
- (3) 以上を基にして、ドレイン電流 I_D が

$$I_D = (W/L) \mu C_{ox} [(V_{gs} - V_{th}) V_{ds} - (1/2) V_{ds}^2]$$

として書き表される事を示せ。但し、ソース、ドレイン間でチャネルは均一に形成されているものとせよ。

- (4) 飽和領域においてはドレイン電流 I_D は

$$I_D = (1/2) (W/L) \mu C_{ox} (V_{gs} - V_{th})^2$$

と書き表す事ができる。飽和領域における MOS トランジスタの相互コンダクタンス g_m を求めよ。尚、相互コンダクタンスとは「ゲート電圧を変化させた時のドレイン電流の変化率」を意味する物理量である。

- (5) 相互コンダクタンス g_m の値を大きくするには以下の物理量をどの様に変化させれば良いかを答えよ。
 - (a) ゲート幅とゲート長の関係
 - (b) ゲート酸化膜の厚さ