

平成26年度

大学院入試問題

第 2 回 募 集 分

(H26.3.3)

システムエレクトロニクス

資料枚数:23 枚

平成26年度 九州工業大学大学院工学府 博士前期課程
電気電子工学専攻 (分野1) 一般選抜(第2回目)入学試験問題
[科目名] 信号処理

ページ (1/3)	受験番号	氏名
-----------	------	----

【設問1】

離散時間減衰正弦波信号 $e^{-an} \sin(bn)$ (n は時間に関する変数、 a, b は定数) の z 変換を求めなさい。

[解答欄]

平成26年度 九州工業大学大学院工学府 博士前期課程
電気電子工学専攻 (分野1) 一般選抜(第2回目)入学試験問題
[科目名] 信号処理

ページ (2/3)	受験番号	氏名
-----------	------	----

【設問2】

離散時間余弦信号 $x_n = \cos(\omega nT)$ の周波数解析について考える。ここで、 n は時間に関する変数、 ω は角周波数、 T はサンプリング周期である。このとき、以下の問いに答えなさい。

(問1) 信号 x_n の8点離散フーリエ変換 $X_k (k = 0, 1, \dots, 7)$ を計算しなさい。ただし、信号 x_n の周波数は100 Hz、サンプリング周波数は800 Hz とする。

(問2) パワースペクトル $|X_k|^2 (k = 0, 1, \dots, 7)$ を計算し、図示しなさい。

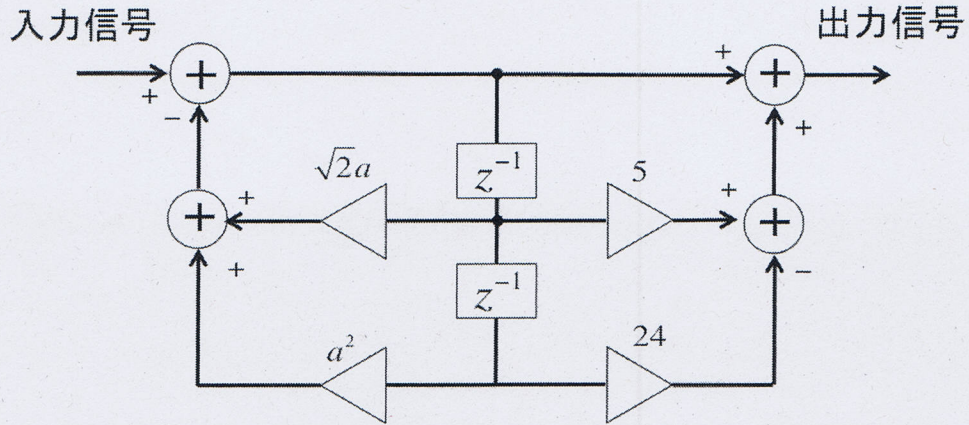
[解答欄]

※ 解答欄が不足する場合には、裏面を使用してもよい。

ページ (3/3)	受験番号	氏名
-----------	------	----

【設問3】

下図のとおり構成されるデジタルフィルタについて考える。図中の \oplus 、 \triangleleft 、 $\boxed{z^{-1}}$ は、それぞれ信号の和、乗算器、遅延器を表す。また、 a は実数とする。このとき、以下の問いに答えなさい。



- (問1) このデジタルフィルタの伝達関数を求めなさい。
 (問2) このフィルタが安定であるための a に関する必要十分条件を求めなさい。

[解答欄]

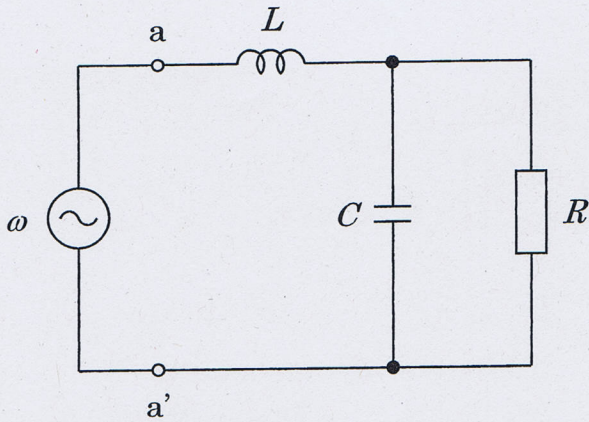
※ 解答欄が不足する場合には、裏面を使用してもよい。

平成26年度 九州工業大学大学院工学府 博士前期課程
電気電子工学専攻 (分野1, 分野2, 共通) 一般選抜(第2回目)入学試験問題
[科目名] 電気回路

ページ(1/4)	受験番号	氏名
----------	------	----

1. 下図に示す LCR 直並列回路について答えよ。

- (1) 端子 $a-a'$ から回路を見たときのインピーダンス Z を求めよ。
- (2) $R \rightarrow \infty$ とした場合、回路のリアクタンスを角周波数 ω を横軸として図示せよ。
- (3) 問(1)において $\omega L = \frac{1}{2\omega C}$ であるとき、 $|Z|$ は R に依存しないことを示せ。

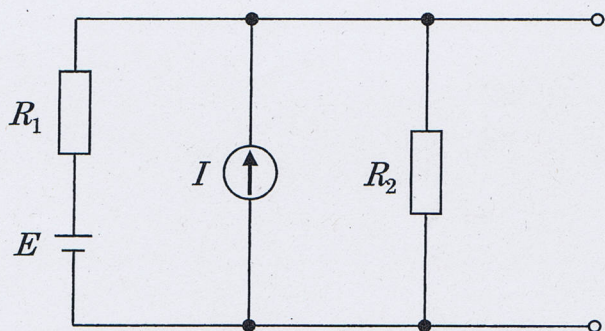


平成26年度 九州工業大学大学院工学府 博士前期課程
電気電子工学専攻 (分野1, 分野2, 共通) 一般選抜(第2回目)入学試験問題
[科目名] 電気回路

ページ(2/4)	受験番号	氏名
----------	------	----

2. 下図に示す電圧源と電流源を含む回路について答えよ。

- (1) 開放電圧 V_o を求めよ。
- (2) 短絡電流 I_s を求めよ。
- (3) この回路と等価な電源を求めよ。
- (4) 負荷として抵抗 R_L を接続したとき、 R_L に流れる電流 I_R と両端の電圧 V_R を求めよ。



ページ(3/4)	受験番号	氏名
----------	------	----

3. 下図に示す RC 直列接続回路について答えよ。なお、スイッチ S を入れる前のコンデンサには電荷が溜まっておらず、その両端の電圧は $v_C(t) = 0$ とする。

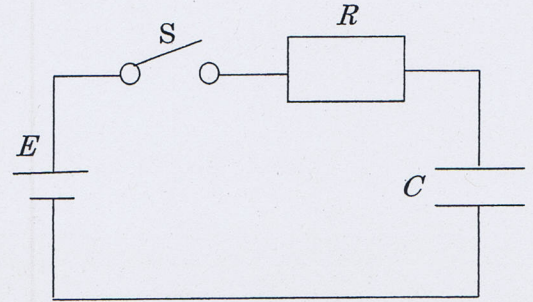
(1) 時間 $t=0$ でスイッチを投入した。そのとき回路には電流 $i(t)$ が流れた。コンデンサの両端の電圧 $v_C(t)$ を求めよ。

(2) (1)のときの回路方程式を求めよ。

(3) (2)の回路方程式を $i(t)$ について解け。

(4) (3)より $v_C(t)$ を求めよ。

(5) (3)および(4)を図示せよ。



平成26年度 九州工業大学大学院工学府 博士前期課程
電気電子工学専攻 (分野1, 分野2, 共通) 一般選抜(第2回目)入学試験問題
[科目名] 電気回路

ページ(4/4)	受験番号	氏名
----------	------	----

4. 次式のように定義される周期関数について答えよ。

$$f(x) = \begin{cases} -1 & (2n-1)\pi < x \leq 2n\pi \\ 1 & 2n\pi < x \leq (2n+1)\pi \end{cases} \quad n \text{ は整数とする。}$$

- (1) この周期関数を図示せよ。
- (2) 右の式を用いて a_0 の計算をせよ。
- (3) 右の式を用いて a_n の計算をせよ。
- (4) 右の式を用いて b_n の計算をせよ。
- (5) この関数のフーリエ級数を求めよ。

$$a_0 = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx$$
$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos nx dx$$
$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx dx$$

平成26年度 九州工業大学大学院工学府 博士前期課程
電気電子工学専攻 (分野1) 一般選抜(第2回目)入学試験問題
電子回路

ページ (1/5)	受験番号	氏名
-----------	------	----

1. 次の問いに答えなさい。ただしバイポーラトランジスタのエミッタ抵抗を r_e 、ベース抵抗を r_b 、コレクタ抵抗を r_c 、エミッタ接地電流増幅率を β 、入力電流を I_{in} 、出力電流を I_{out} とする。
- (1) 図 1.1 の回路の小信号の等価回路を書きなさい。
- (2) 図 1.1 の回路の入力インピーダンス、出力インピーダンス、電圧利得、電流利得を求めなさい

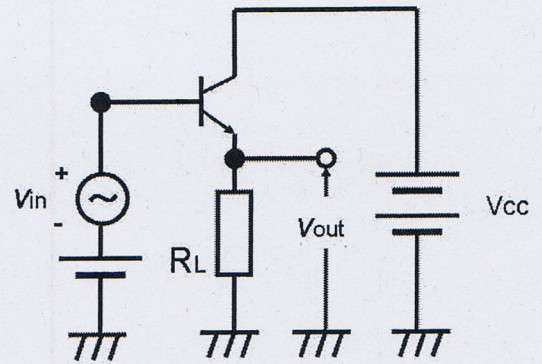


図1.1

ページ (2/5)	受験番号	氏名
-----------	------	----

2. 次の問いに答えなさい。

(1) 図 2.1 に nチャネル MOSFET のドレイン電流ドレイン電圧特性を示す。A の領域のドレイン電流 I_D を、ゲート長: L 、ゲート幅: W 、ゲート酸化膜容量: C_{ox} 、電界効果移動度: μ 、閾値電圧: V_{th} 、ゲートソース間電圧: V_{GS} 、ドレイン電圧: V_D を用いて表しなさい。ただし、全てのパラメータを使うとは限らない。

(2) 図 2.2 の nチャネル MOSFET M について閾値電圧を V_{th1} とするとき、ドレイン電圧とドレイン電流の関係の概形を図 2.3 に書きなさい。

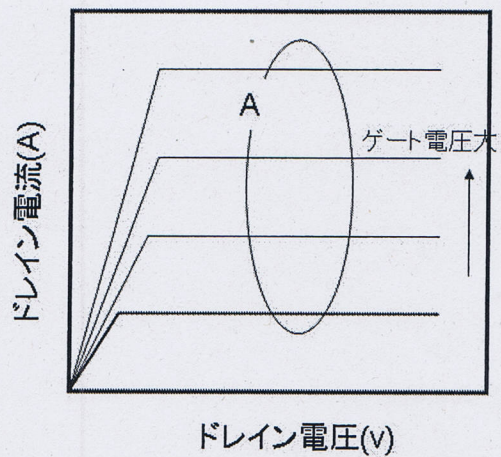


図 2.1

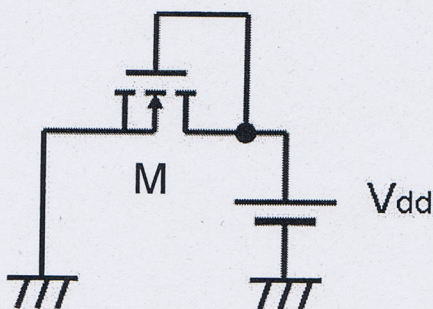


図2. 2



図2. 3

ページ (3/5)	受験番号	氏名
-----------	------	----

(3)図 2.4 の回路の I_{in} と I_{out} の関係を示しなさい。M1 のゲート幅を W_1 、ゲート長を L 、ゲート電圧を V_{G1} 、M2 のゲート幅を W_2 、ゲート長を L 、ゲート電圧を V_{G2} とする。ただし、M1、M2 の C_{ox} 、 μ 、 V_{th} は等しいとする。

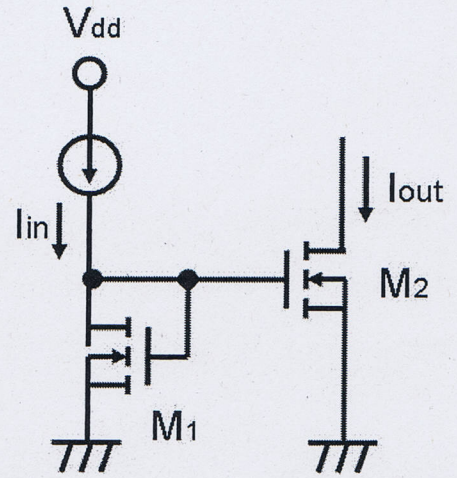


図2.4

ページ (4/5)	受験番号	氏名
-----------	------	----

3. 右の回路について、以下の問いに答えよ。
 (1)この回路の動作をできるだけ詳しく説明せよ。なお、初期状態では、Tr1は ON、Tr2は OFF とする。

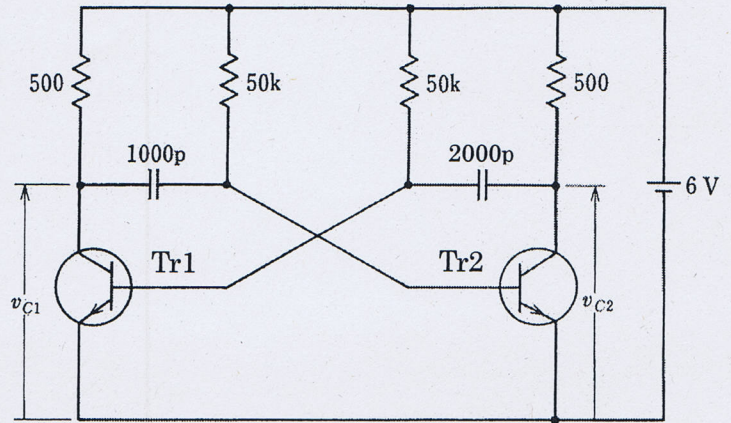


図3. 1

(2)Tr2 の v_{c2} から出力をとる場合の繰り返し周期と衝撃係数を求めよ。また、 v_{c1} と v_{c2} の波形の概略をできるだけ正確に示せ。

ページ (5/5)	受験番号	氏名
-----------	------	----

4. 右図において、 v_1 と v_0 の関係を式で示せ。また、 $R=20k\Omega$ 、 $C=0.01\mu F$ のときのカットオフ周波数を求めよ。但し、オペアンプは理想的であるとする。

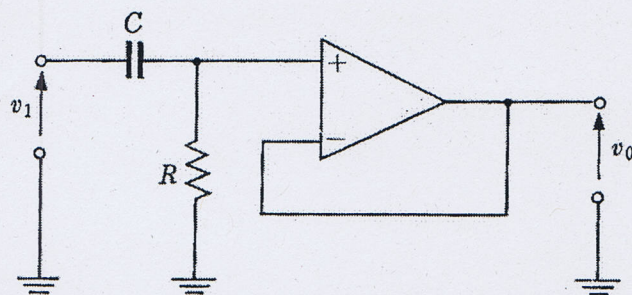


図4. 1

5. 右図は2つの論理回路の組み合わせで構成されているが、これをMILによる図記号で示せ。また、この回路の真理値表を完成させよ。

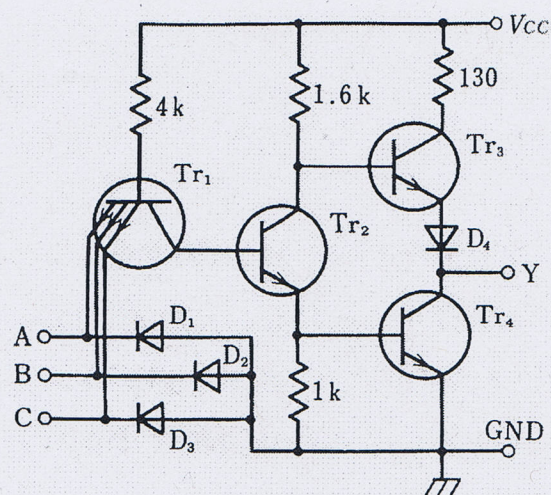


図5. 1

平成26年度 九州工業大学大学院工学府 博士前期課程
電気電子工学専攻 (分野1) 一般選抜(第2回目)入学試験問題
[科目名] 電子計測

ページ (1/4)	受験番号	氏名
-----------	------	----

1. 電圧の測定値 v_M と電流の測定値 i_M を以下のように表す。

$$v_M = v + \Delta v$$

$$i_M = i + \Delta i$$

ここで、 v を電圧の真値、 Δv を電圧の測定誤差、 i を電流の真値、 Δi を電流の測定誤差とする。このとき、以下の問に答えよ。

(1) 抵抗の真値を R とし、オームの法則 $R=v/i$ が成り立つとき、抵抗の相対誤差 $|\Delta R/R|$ はどのように表されるか、下の四角の中に正しい答を記入せよ。

$$\left| \frac{\Delta R}{R} \right| \leq$$

(2) (1)において電圧と電流にそれぞれ 5%の誤差が含まれるとき、抵抗は何%の誤差を含むか。

(3) 電力の真値を P とし、 $P=vi$ が成り立つとき、電力の相対誤差 $|\Delta P/P|$ はどのように表されるか、下の四角の中に正しい答を記入せよ。

$$\left| \frac{\Delta P}{P} \right| \leq$$

平成26年度 九州工業大学大学院工学府 博士前期課程
電気電子工学専攻 (分野1) 一般選抜(第2回目)入学試験問題
[科目名] 電子計測

ページ (2/4)	受験番号	氏名
-----------	------	----

2. SI 単位系に関して以下の問に答えよ。

(1) SI 単位系の基本単位を 7 つ上げよ。

(2) 仕事量[W]と電圧[V]を SI 基本単位で表せ。

(3) 以下は、2 本の平行導線の単位長あたりに働く力 ΔF を表す。

$$\Delta F = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi d} \Delta l$$

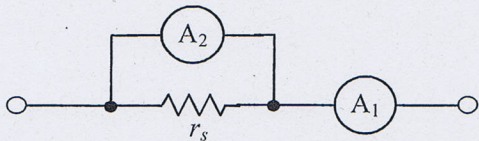
ここで、 d は導線間距離、 $\mu_0 (=4\pi \times 10^{-7} \text{ [H/m]})$ は真空透磁率、 I は電流値を表す。 Δl は導線の単位長(1m)とする。この式を用いてアンペアの定義を説明せよ。

ページ (3/4)	受験番号	氏名
-----------	------	----

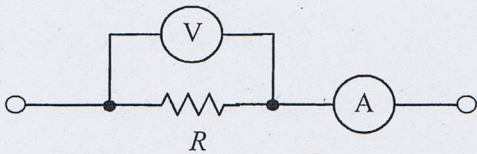
3. 可動コイル形の電圧計と電流計に関する以下の問いに答えよ。

(1) 定格値 $100[\text{mA}]$ 、内部抵抗 $30[\Omega]$ の電流計に分流器を接続し、 $1.6[\text{A}]$ まで測れる電流計にしたい。分流器の抵抗値を求めよ。

(2) 下図において、電流計 A_1 の読みが $30[\text{A}]$ 、分流器を持っている電流計 A_2 の読みが $10[\text{A}]$ 、分流器の抵抗 r_s が $0.1[\Omega]$ であるとすると、電流計 A_2 の内部抵抗は何 Ω か。



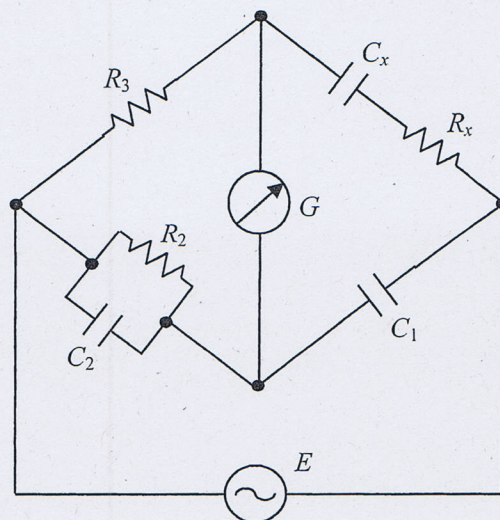
(3) 下図において、未知の抵抗 R を電流計 A と電圧計 V を用いて測定したとき、 $420[\text{mA}]$ 、 $20[\text{V}]$ を得た。電圧計の内部抵抗は $1[\text{k}\Omega]$ である。抵抗 R は何 Ω か。



ページ (4/4)	受験番号	氏名
-----------	------	----

4. 下のブリッジ回路が平衡状態になるように調整されている。ここで、 C_x が測定対象素子の容量分、 R_x がその損失分(等価抵抗分)を表す。以下の間に答えよ。

(1) C_x 、 R_x を求めよ。



(2) 誘電正接 $\tan \delta$ を求めよ。

平成26年度 九州工業大学大学院工学府 博士前期課程
 電気電子工学専攻 (分野1, 分野2, 共通) 一般選抜(第2回目)入学試験問題
 [科目名] 電磁気学

ページ (1/4)	受験番号	氏名
-----------	------	----

注意：解答は各問以下の指定の場所に要領よく記入してください。裏面に記載した場合は、その旨を表面に表示してください。

問題1 (25点) 図1-1に示すように、断面積 $S(\text{m}^2)$ で透磁率 μ の磁性体を、ギャップ長 $g(\text{m})$ として C_1 と C_2 に分割した。 C_1 には N 巻の巻き線を巻いて電流 $I(\text{A})$ を流したとすると、以下の問いに答えよ。ただし、 C_1 と C_2 の平均の磁路長を $L_1(\text{m})$ と $L_2(\text{m})$ とし、各断面内の磁界は一様であるとする。また、 C_1 、 C_2 とギャップ部の各磁界をそれぞれ H_1 、 H_2 、 H_g とし、また各磁束密度を B_1 、 B_2 、 B_g として表すとする。

- (1) 図1-1の磁性体回路にアンペアの周回積分の法則を適用した等式を示せ。
- (2) H_1 、 H_2 、 H_g の関係を求めよ。また、 B_1 、 B_2 、 B_g の関係を求めよ。
- (3) C_1 の巻き線のインダクタンス L を求めよ。
- (4) C_1 と C_2 の磁性体に働く力の向きと大きさを、仮想変位の法則を用いて説明せよ。

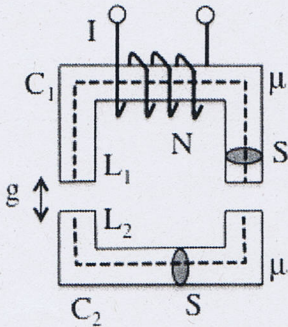


図1-1

平成26年度 九州工業大学大学院工学府 博士前期課程
 電気電子工学専攻 (分野1, 分野2, 共通) 一般選抜(第2回目)入学試験問題
 [科目名] 電磁気学

ページ (2/4)	受験番号	氏名
-----------	------	----

[注意：解答は各問以下の指定の場所に要領よく記入してください。裏面に記載した場合は、その旨を表面に表示してください。]

問題2 (25点) 図2-1のように、半径 a の円板状電極間に、ギャップ長 g で誘電率 ϵ の誘電体が充填されているコンデンサがある。このコンデンサに周波数 f 、振幅値 V_m の正弦波交流電圧を印加したとき、以下の問いに答えよ。ただし、電極間の電界は一様であり、電極端部における電界の乱れは無いものとする。

- (1) このコンデンサの静電容量 C を求めよ。
- (2) 変位電流密度 i_d と電束密度 D の関係式を示せ。また、その関係式に基づき、電極内の変位電流密度 i_d を求めよ。
- (3) コンデンサに流れる変位電流 I_d を求めよ。
- (4) コンデンサ内部の磁界に関して、最大となる位置はどこで、どのような値になるか求めよ。

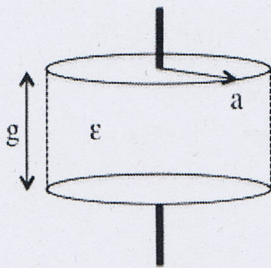


図 2-1

平成26年度 九州工業大学大学院工学府 博士前期課程
 電気電子工学専攻 (共通) 一般選抜(第2回目)入学試験問題
 [科目名] 電磁気学

ページ (3 / 4)	受験番号	氏名
-------------	------	----

注意: 解答は各問以下の指定の場所に要領よく記入してください。裏面にも記載した場合は、その旨を表面に表示してください。

問題3(25点) 図 3-1 に示すような電荷密度 ρ [C/m^3], 厚さ $2d$ [m] の無限に広い平板がある。以下の問に答えよ。

- (1) $\rho = \rho_0$ (ρ_0 : 定数) の時, 平板外部($x > d$) の電界の大きさを求めよ。
- (2) $\rho = \rho_0$ (ρ_0 : 定数) の時, 平板内部($0 < x < d$) の電界の大きさを求めよ。
- (3) $\rho = \rho_0 x$ の時, 平板内部($0 < x < d$) の電界の大きさを求めよ。
- (4) 図 3-2 に示すように, 距離 $2a$ [m] で平板 A, B を平行に配置した。平板 A の電荷密度が $\rho = \rho_0$, 平板 B の電荷密度が $\rho' = -\rho_0$ の時, $x = 0$ における電界を求めよ。
- (5) (4) の条件で $x = a + d$ の位置における電界を求めよ。

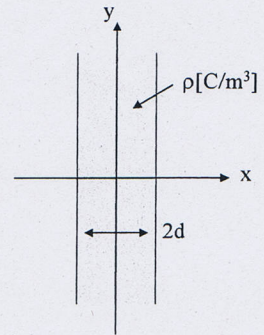


図 3-1

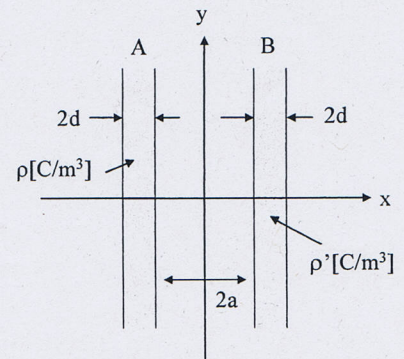


図 3-2

ページ (4 / 4)	受験番号	氏名
-------------	------	----

[注意: 解答は各問以下の指定の場所に要領よく記入してください。裏面にも記載した場合は, その旨を表面に表示してください。]

問題4(25点) 図 4-1, 式(4-1)で表されるような電界 \mathbf{E} がx成分とy成分を持つ平面波がz方向に伝搬している。 $E_{01}, E_{02}, \phi_1, \phi_2$ を定数として以下の問に答えよ。なお, \mathbf{i}, \mathbf{j} はそれぞれ, x方向, y方向の単位ベクトルである。

$$\mathbf{E} = E_{01} \cos(\omega t - kz + \phi_1) \mathbf{i} + E_{02} \cos(\omega t - kz + \phi_2) \mathbf{j} \quad (4-1)$$

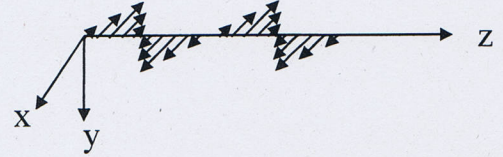


図 4-1

- (1) この平面波が直線偏波で $z=0$ における振動面はx軸上にある時の E_{02} / E_{01} を求めよ。
- (2) この平面波は直線偏波で $z=0$ における振動面はx軸と 45° の角度である時の $E_{02} / E_{01}, \phi_1 - \phi_2$ の値を求めよ。
- (3) $E_{02} / E_{01} = 1, \phi_1 - \phi_2 = \pi/2$ の時, この平面波の $z=0$ における振動面の軌跡は円になることを示せ。
- (4) 上記で求めた円偏波の回転方向は $z=0$ において時計の針の回る方向かその逆か, 理由を示して述べよ。
- (5) 式(4-1)で示す平面波の射影の軌跡は式(4-2)で示す楕円になることを証明せよ。

$$\left(\frac{E_x}{E_{01}} \right)^2 - 2 \left(\frac{E_x}{E_{01}} \right) \left(\frac{E_y}{E_{02}} \right) \cos(\phi_1 - \phi_2) + \left(\frac{E_y}{E_{02}} \right)^2 = 2 \sin^2(\phi_1 - \phi_2) \quad (4-2)$$

ページ(1/3)	受験番号	氏名
----------	------	----

※この表面に解答を書ききらないときは裏面を使いなさい。そのときには表面に「裏面あり」と書きなさい。

問1 図1に示すように10kHz~20kHzの帯域をもつ信号をSSB変調する。図2にSSB変調器の構成を示す。図2のBPF(1)とBPF(2)はバンドパスフィルタでありその特性を図中に示す。ミキサに入力される周波数は図2に示すように100kHzと10MHzである。このとき、BPF(1)とBPF(2)に入力される信号の周波数スペクトルを描きなさい。また、描くときに周波数も記入しなさい。ただし、BPF(1)とBPF(2)の特性は自分で決めて、そのフィルタ特性を図示しなさい。

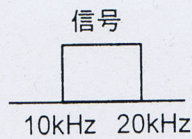


図1 SSB変調される信号

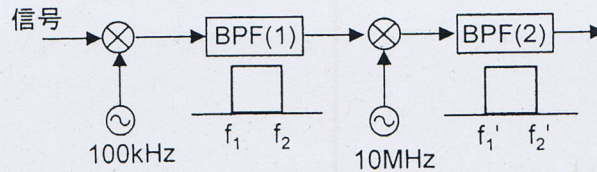


図2 SSB変調器の構成

問2 FM(周波数変調)信号の復調器を用いてPM(位相変調)信号を復調できるようにしたい。FM復調器にどのような機器を加えればPM復調器として動作させることができるか。FM復調器を含むPM復調器の構成図を描いて、これが動作する理由を説明しなさい。なお、この問題は変調器でなく復調器であることに注意しなさい。

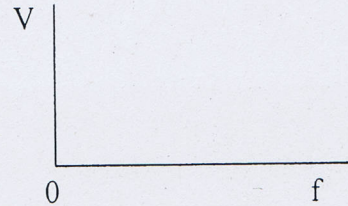
[科目名] 通信工学

ページ (2/3)	受験番号	氏名
-----------	------	----

※この表面に解答を書ききらないときは裏面を使いなさい。そのときには表面に「裏面あり」と書きなさい。

問3 次式に狭帯域FM信号 V_{FM} を示す。 β は変調指数であり $\beta=0.1$ とする。この狭帯域FM信号 V_{FM} の周波数スペクトルを求めたい。次式を変形して $\beta \ll 1$ による近似を用いて周波数スペクトルを求めることができる式にしなさい。その上で図中に周波数スペクトルを描きなさい。図には周波数と電圧の値も明記しなさい。

$$\begin{aligned} V_{FM}(t) &= A \cos[2\pi f_c t + k_f \int_{-\infty}^t m(t) dt] \\ &= 10 \cdot \cos[10^8 \pi t + \beta \sin(10^3 \pi t)] \end{aligned}$$



問4 ミキサに周波数の異なる2つの単一周波数の正弦波を入力したら、ミキサから周波数成分が f_1 と f_2 である信号が出力された。この出力信号の時間波形を描くためにどのように考えればよいか説明しなさい。また、特徴がわかるように時間波形を描きなさい。ただし、 f_1 と f_2 の周波数差は小さい場合で考えなさい。

ページ (3/3)	受験番号	氏名
-----------	------	----

※この表面に解答を書ききらないときは裏面を使いなさい。そのときには表面に「裏面あり」と書きなさい。

問5 デジタル位相変調では搬送波の位相に情報を乗せる。このため、受信側では図1に示す受信信号の位相 θ を検出しなければならない。この受信信号の位相を検出する方法を受信器の構成図を描いて説明しなさい。またその方法の原理も説明しなさい。ただし、構成図はI相とQ相が出力されるところまででよい。

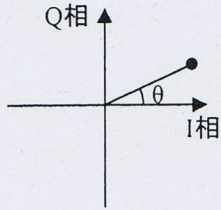


図1 受信信号の位相