金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 問題用紙		
対　象	電子情報工学専攻, 機能機械科学専攻, 人間・機械科学専攻, 社会基盤工学専攻	
試験科目名	数　　学	P. 1 / 1

2010 年 8 月 31 日（火）10:00 – 11:00

[注意]　1. 問題 $\boxed{1}$, $\boxed{2}$, $\boxed{3}$, $\boxed{4}$ のうち，**2題を選択して解答すること.**

2. 解答は各題ごとに分けて，**1題を1枚の答案用紙の表に書くこと.**

$\boxed{1}$　次の微分方程式を解け.

(1)　$\dfrac{dy}{dx} = e^x \cos 3x$

(2)　$\dfrac{d^2y}{dx^2} + 9y = 0$

(3)　$\dfrac{d^2y}{dx^2} + 9y = e^x \sin 3x$

$\boxed{2}$　(x, y, z)-空間で条件

$$\begin{cases} x^2 + y^2 \leq 1 \\ x^2 + y^2 - 1 \leq z \leq 1 - x^2 - y^2 \end{cases}$$

で定義される領域を D とする. また, D の境界 S での外向き単位法線ベクトルの場を $\boldsymbol{n}$ とし, $\boldsymbol{u} = \left(\dfrac{x}{2}, \dfrac{y}{2}, z\right)$ とする. 次の問いに答えよ.

(1)　S の点 (x, y, z) での $\boldsymbol{n}$ を求めよ.

(2)　S の点 (x, y, z) での $\boldsymbol{n} \cdot \boldsymbol{u}$ を求めよ.

(3)　D の体積を求めよ.

(4)　面積分　$\displaystyle \iint_S \frac{dS}{\sqrt{4x^2 + 4y^2 + 1}}$　の値を求めよ.

$\boxed{3}$ (1)　楕円 $\left(\dfrac{x}{2}\right)^2 + \left(\dfrac{y}{1}\right)^2 = 1$ 上の各点 $\mathrm{P}(x, y)$ の座標をパラメーター θ $(0 \leq \theta < 2\pi)$ を用いて表せ.
また, 点 P と原点 O との距離 $\ell(\theta)$ を求めよ.

(2)　留数定理を用いて積分　$\displaystyle \int_0^{2\pi} \frac{1}{\ell(\theta)^2}\, d\theta$　の値を求めよ.

$\boxed{4}$　次の関数 $F(s)$ のラプラス逆変換 $f(t) = \mathscr{L}^{-1}[F(s)]$ を求めよ.

(1)　$F(s) = \dfrac{1}{s^3(s-1)}$

(2)　$F(s) = \dfrac{1}{(s+1)^3 s}$　　$F(s-1)$

(3)　$F(s) = \dfrac{1}{(s^2 - 2s + 10)^2}$

No.

Date 2024 7 . 17

2011 数学

$\boxed{1}$

(1) $y = \int e^x \cos 3x \, dx$

$= \underline{\frac{1}{10} e^x (\cos 3x + 3 \sin 3x) + C}$ //

$$\int e^x \cos 3x \, dx$$
$$= \int (e^x)' \cos 3x \, dx$$
$$= e^x \cos 3x + 3 \int e^x \sin 3x \, dx$$
$$= e^x \cos 3x + 3 \int (e^x)' \sin 3x \, dx$$
$$= e^x \cos 3x + 3 \left(e^x \sin 3x - 3 \int e^x \cos 3x \, dx \right)$$
$$= e^x (\cos 3x + 3 \sin 3x) - 9 \int e^x \cos 3x \, dx$$

(2) $(D^2 + 9) y = 0$

$\underline{y = C_1 \sin 3x + C_2 \cos 3x}$ //

(3) $(D^2 + 9) y = e^x \sin 3x$

特殊解を $y_2 = Ae^x (B \cos 3x + C \sin 3x)$ とすると、

$$\frac{d}{dx}\{ Ae^x (B \cos 3x + C \sin 3x) + Ae^x (-3B \sin 3x + 3C \cos 3x) \} + 9Ae^x (B \cos 3x + C \sin 3x) = e^x \sin 3x$$

$$Ae^x (B \cos 3x + C \sin 3x) + Ae^x (-3B \sin 3x + 3C \cos 3x) + Ae^x (-3B \sin 3x + 3C \cos 3x) + Ae^x (-9B \cos 3x - 9C \sin 3x)$$
$$+ 9Ae^x (B \cos 3x + C \sin 3x) = e^x \sin 3x$$

$$Ae^x \{ (B + 6C) \cos 3x + (-6B + C) \sin 3x \} = e^x \sin 3x$$

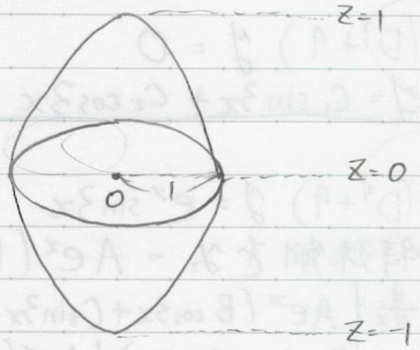
$$\begin{cases} A = 1 \\ B + 6C = 0 \\ -6B + C = 1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} A = 1 \\ B = -\frac{6}{37} \\ C = \frac{1}{37} \end{cases}$$

以上より、与式の解は

$\underline{y = C_1 \sin 3x + C_2 \cos 3x + \frac{1}{37} e^x (\sin 3x - 6 \cos 3x)}$ //

[2]

(1)
$$\begin{cases} x^2+y^2 \leqq 1 \\ x^2+y^2 \leqq z+1 & (z \leqq 0) \\ x^2+y^2 \leqq 1-z & (z \geqq 0) \end{cases}$$



(i) $z \geqq 0$ について,

$$r = (x, y, 1-x^2-y^2)$$
$$\frac{\partial r}{\partial x} = (1, 0, -2x)$$
$$\frac{\partial r}{\partial y} = (0, 1, -2y)$$
$$\frac{\partial r}{\partial x} \times \frac{\partial r}{\partial y} = (2x, 2y, 1)$$
$$\left|\frac{\partial r}{\partial x} \times \frac{\partial r}{\partial y}\right| = \sqrt{4x^2+4y^2+1}$$
$$n = \frac{1}{\sqrt{4x^2+4y^2+1}}(2x, 2y, 1)$$ //

(ii) $z < 0$ について

$$n = \frac{1}{\sqrt{4x^2+4y^2+1}}(2x, 2y, -1)$$ //

(2) (i) $z \geqq 0$ について,

$$n \cdot u = \frac{1}{\sqrt{4x^2+4y^2+1}}(2x, 2y, 1)\cdot\left(\frac{1}{2}x, \frac{1}{2}y, z\right)$$
$$= \frac{1}{\sqrt{4x^2+4y^2+1}}(x^2+y^2+z)$$

$z = 1-x^2-y^2$ を代入して

$$n \cdot u = \frac{1}{\sqrt{4x^2+4y^2+1}}$$ //

(ii) $z < 0$ について,

$$n \cdot u = \frac{1}{\sqrt{4x^2+4y^2+1}}(2x, 2y, -1)\left(\frac{1}{2}x, \frac{1}{2}y, z\right)$$
$$= \frac{1}{\sqrt{4x^2+4y^2+1}}(x^2+y^2-z)$$

$z = x^2+y^2-1$ より,

$$n \cdot u = \frac{1}{\sqrt{4x^2+4y^2+1}}$$ //

No.
Date 2024. 7. 18

2011 数学

[2] つづき

(3) Dの体積をVとすると,

$V = 2\int_0^1 \pi(1-z)\,dz$

$= 2\pi\left[z - \frac{1}{2}z^2\right]_0^1$

$= 2\pi \cdot \frac{1}{2}$

$= \underline{\pi}$ //

(4) $\iint_S \frac{1}{\sqrt{4x^2+4y^2+1}}\,dS$

$= \iint_S \boldsymbol{n}\cdot\boldsymbol{u}\,dS$

ガウスの発散定理より,

$= \iiint_V \mathrm{div}\,\boldsymbol{u}\,dV$

$= \iiint_V \frac{1}{2}+\frac{1}{2}+1\,dV$

$= 2\iiint_V dV$

$= \underline{2\pi}$ //

[3]

(1) $\begin{cases} x = 2\cos\theta \\ y = \sin\theta \end{cases}$

$l(\theta) = \sqrt{4\cos^2\theta + \sin^2\theta}$

$= \sqrt{4(1-\sin^2\theta)+\sin^2\theta}$

$\underline{l(\theta) = \sqrt{4-3\sin^2\theta}}$ //

(2) $z = e^{i\theta}$ とおくと, $\sin\theta = \frac{1}{2i}(e^{i\theta}-e^{-i\theta}) = \frac{1}{2i}\left(z-\frac{1}{z}\right)$.

$\frac{dz}{d\theta} = ie^{i\theta} = iz \Leftrightarrow d\theta = -i\frac{1}{z}dz$ より,

$\begin{array}{ccc} 1 & \times & 3 \to 9 \\ 3 & & 1 \to 1 \\ \hline 3 & 3 & 10 \end{array}$

$\int_0^{2\pi} \frac{1}{l(\theta)^2}\,d\theta$

$= \int_{|z|=1} \frac{1}{4+\frac{3}{4}\left(z-\frac{1}{z}\right)^2}\left(-i\frac{1}{z}\right)dz$

$= \int_{|z|=1} \frac{-i4z}{16z^2+3(z^2-1)^2}\,dz$

$= \int_{|z|=1} \frac{-4iz}{3z^4-6z^2+3+16z^2}\,dz$

$= \int_{|z|=1} \frac{-4iz}{3z^4+10z^2+3}\,dz$

$= \int_{|z|=1} \frac{-4iz}{(z^2+3)(3z^2+1)}\,dz$

留数定理より,

(与式) $= -4i \cdot 2\pi i\left(\mathrm{Res}\left[-\frac{i}{\sqrt{3}}\right] + \mathrm{Res}\left[\frac{i}{\sqrt{3}}\right]\right)$

$= 8\pi\cdot\left(\frac{1}{16}+\frac{1}{16}\right)$

$= \underline{\pi}$ //

No.

Date

注：問１と問２の解答は，それぞれ別の答案用紙に書くこと．

問1.　内部抵抗 R_0 の交流電源 $\dot{E}$（角周波数 ω）にインダクタ L，キャパシタ C，抵抗 R から構成される負荷が接続された電気回路について以下の問に答えよ．ただし $|\dot{E}| = 1$ V, $R_0 = 1\ \Omega$, $R = 1\ \Omega$, $L = 1$ H, $C = 1$ F とする．

(1)　角周波数 ω=2 rad/s の時に負荷に流れる電流 $\dot{I}$ を求めよ．

(2)　電流 $\dot{I}$ の大きさが最小になる角速度 ω と，その時の負荷に加わる電圧 $\dot{V}$ を求めよ．

(3)　$\dot{E}$, $\dot{I}$, $\dot{V}$ および L, C, R に流れる電流 $\dot{I}_L$, $\dot{I}_c$, $\dot{I}_R$ のフェーザ（ベクトル）の関係を図示せよ．ただし $\omega L > 1/\omega C$ とする．

(4)　ω が $0 \leq \omega < \infty$ まで変化するときの $\dot{I}$ のフェーザ（ベクトル）の軌跡を描け．

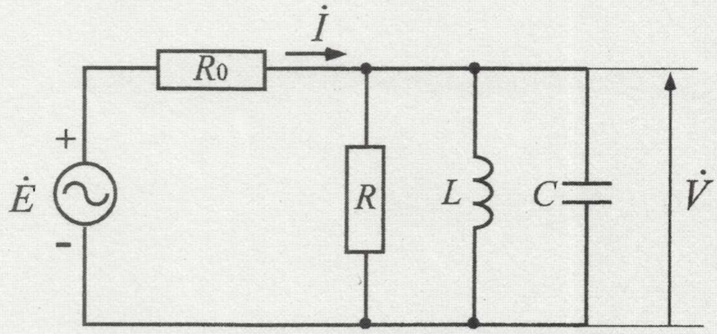


図 1

問2.　図２は抵抗 R_1, R_2, R_3，インダクタ L，直流電源 E からなる回路を示す．なお，回路はスイッチ S が閉じた状態で十分に時間が経過したものとする．以下の問に解答せよ．

(1)　定常状態で L に蓄えられているエネルギ W_L を求めよ．

(2)　時間 $t = 0$ においてスイッチ S を開いた後における電流 i の微分方程式を表せ．

(3)　(2)で定めた微分方程式について，ラプラス変換を用いて解を求めよ．

(4)　S を開いて十分に時間が経過するまでに R_2, R_3 で消費されるエネルギをそれぞれ求めよ．

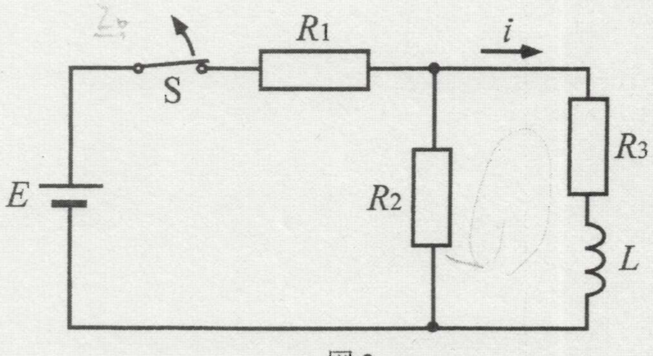


図 2

Date 2024 7 . 18

2011 電気回路

問1

(1)
$$\dot{I} = \frac{\dot{E}}{R_0 + \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{j\omega L} + j\omega C}} = \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{j2} + j2}} = \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + j\frac{3}{2}}} = \frac{1}{1 + \frac{1 - j\frac{3}{2}}{1 + \frac{9}{4}}} = \frac{1}{1 + \frac{4}{13}\left(1 - j\frac{3}{2}\right)}$$
$$= \frac{1}{\frac{17}{13} - j\frac{6}{13}} = \frac{13}{17 - j6} = \frac{13(17 + j6)}{17^2 + 6^2} = \underline{\frac{1}{25}(17 + j6)}$$

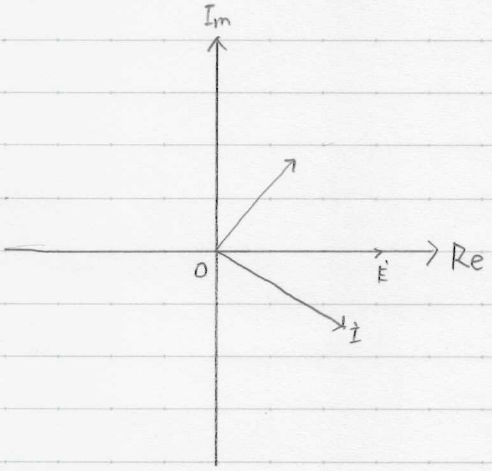
(2)
$$\dot{I} = \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{j\omega} + j\omega}} = \frac{1 + \frac{1}{j\omega} + j\omega}{2 + \frac{1}{j\omega} + j\omega} = \frac{(1-\omega^2) + j\omega}{(1-\omega^2) + j2\omega}$$
$$|\dot{I}| = \sqrt{\frac{(1-\omega^2)^2 + \omega^2}{(1-\omega^2)^2 + 4\omega^2}} = \sqrt{\frac{-3\omega^2}{(1-\omega^2)^2 + 4\omega^2} + 1} = \sqrt{1 - \frac{3}{\left(\frac{1}{\omega} - 1\right)^2 + 4}}$$

上式が最小となるのは、$\underline{\omega = 1\ (\mathrm{rad/s})}$ のときなので、

このときの $\dot{V}$ は、
$$\dot{V} = \dot{E} - R_0 \dot{I}$$
$$= 1 - \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{j} + j}} = 1 - \frac{1}{1 + 1} = \underline{\frac{1}{2}\ (\mathrm{V})}$$

(3)

?



(4)
$$\dot{I} = \frac{\{(1-\omega^2) + j\omega\}\{(1-\omega^2) + j2\omega\}}{(1-\omega^2)^2 + 4\omega^2} = \frac{\{(1-\omega^2)^2 - 2\omega^2\} + j3\omega(1-\omega^2)}{(1-\omega^2)^2 + 4\omega^2} = \frac{(1 - 4\omega^2 + \omega^4) + j3\omega(1-\omega^2)}{1 + 2\omega^2 + \omega^4}$$

?

$$x = \frac{1 - 4\omega^2 + \omega^4}{(1+\omega^2)^2} \cdots ①,\quad y = \frac{3\omega(1-\omega^2)}{(1+\omega^2)^2}$$ とおくと

②より
$$(1+\omega^2)^2 = \frac{3\omega(1-\omega^2)}{y} \cdots ③$$
③を①にて代入
$$\frac{x}{y} \cdot 3\omega(1-\omega^2) = 1 - 4\omega^2 + \omega^4$$

問2

(1) $I_L = \dfrac{\frac{R_2R_3}{R_2+R_3}}{R_1+\frac{R_2R_3}{R_2+R_3}} E \div R_3 = \dfrac{R_2 \cancel{R_3}}{R_3\{R_1(R_2+R_3)+R_2R_3\}} E = \dfrac{R_2}{R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1} E$

$U = \dfrac{1}{2} L I_L^2 = \dfrac{L R_2^2 E^2}{2(R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1)^2}$ //

(2) $R_2\, i(t) + R_3\, i(t) + L \dfrac{di(t)}{dt} = 0$

(3) $(R_2+R_3) I(s) + L(sI(s) - i(0)) = 0$

$(Ls + R_2 + R_3) I(s) = L i(0)$

$I(s) = \dfrac{L i(0)}{Ls+R_2+R_3}$

$I(s) = i(0) \cdot \dfrac{1}{s+\frac{R_2+R_3}{L}}$

逆変換より、

$i(t) = i(0) e^{-\frac{R_2+R_3}{L}t}$

$= \dfrac{R_2E}{R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1} e^{-\frac{R_2+R_3}{L}t}$ //

(4) $U_{R_2} = \dfrac{R_2}{R_2+R_3} U = \dfrac{L R_2^3 E^2}{2(R_2+R_3)(R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1)^2}$ //

$U_{R_3} = \dfrac{R_3}{R_2+R_3} U = \dfrac{L R_2^2 R_3 E^2}{2(R_2+R_3)(R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1)^2}$ //

平成23年度・平成22年度（10月期）　金沢大学大学院自然科学研究科　博士前期課程入学試験 **問　題　用　紙**		
専攻名	電子情報工学専攻	
試験科目名	専門科目 ②電気磁気学	P.　　2／7

注：問１と問２の解答は別々の答案用紙に書くこと．

問 1. 図１のように，内径 a [m]，外径 b [m] の円板状電荷（正の面電荷密度 σ [C/m^2]）が真空中に一様に分布している．そして円板の中心 O と z 軸が垂直に交わっているとし，真空の誘電率を ε_0 [F/m] とする．このとき，以下の問に答えよ．

(1) z 軸上の点 $\mathrm{P}(0, 0, z)$ における電位 ϕ [V] を求めよ．

(2) 点 P における電界 $\boldsymbol{E}$ [V/m] を求めよ．ただし，ベクトルの向きも記すこと．

(3) 正の点電荷 Q [C] を z 軸上の点 P に置いたとき，点電荷が円板状電荷から受ける力 $\boldsymbol{F}$ [N] を求めよ．ただし，ベクトルの向きも記すこと．

(4) (3) における力が 0 となる位置を求めよ．ただし，無限遠を除く．

$E = v \times B\ell$

$F = I \times B$

$= qv \times B$

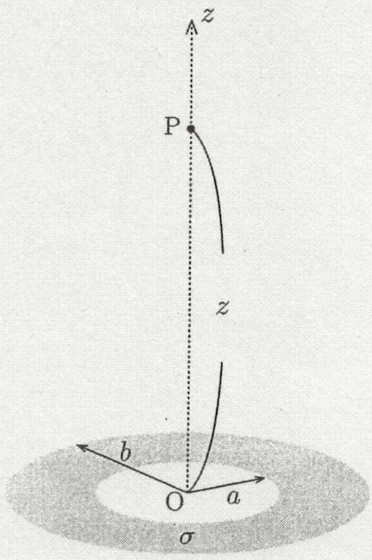


図 1

問 2. 空気中に無限に長い直線導線と一辺の長さ c [m] の１回巻き正方形コイルがある．図２に示すように，直線導線と正方形コイルは同一平面内にあり，また正方形コイルの１つの辺は直線導線と平行である．直線導線に一定の電流 I [A] を流したとき，この系に関する以下の問に答えよ．ただし，空気の透磁率は μ_0 [H/m] とする．

(1) 直線導線の周囲に生じる磁界 H [A/m] を，直線導線からの距離 r [m] の関数として求めよ．

(2) 図２の斜線部分に示すような，正方形コイル内の幅 dr [m] の極めて細い長方形領域に鎖交する磁束 $d\Phi$ [Wb] を求めよ．

(3) 正方形コイル全体に鎖交する磁束 Φ [Wb] を求めよ．

(4) 直線導線と正方形コイルとの間の相互インダクタンス M [H] を求めよ．

(5) 正方形コイルが，一定の速さ v $(= dx/dt)$ [m/s] で直線導線から遠ざかるとき，正方形コイルに発生する起電力 e [V] を求めよ．ただし，正方形コイルにおける自己インダクタンスの効果は無視できるものとする．

$\frac{cv\mu_0 I}{2\pi r}$

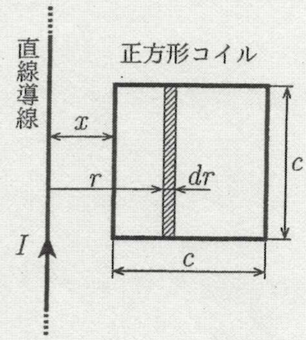


図 2

2011 電磁気

問1

(1)
$$\phi = \int_a^{l} \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0\sqrt{r^2+z^2}} \cdot 2\pi r\,dr$$
$$= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\int_a^{l} \frac{r}{\sqrt{r^2+z^2}}\,dr$$
$$= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left[\sqrt{r^2+z^2}\right]_a^{l}$$
$$\phi = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(\sqrt{l^2+z^2} - \sqrt{a^2+z^2}\right)$$

(2)
$$\mathbb{E} = -\nabla\phi$$
$$= -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot\frac{\partial}{\partial z}\left(\sqrt{l^2+z^2} - \sqrt{a^2+z^2}\right)\hat{z}$$
$$= -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(\frac{1}{2}\cdot\frac{2z}{\sqrt{l^2+z^2}} - \frac{1}{2}\cdot\frac{2z}{\sqrt{a^2+z^2}}\right)\hat{z}$$
$$\mathbb{E} = \frac{\sigma z}{2\varepsilon_0}\left(\frac{1}{\sqrt{a^2+z^2}} - \frac{1}{\sqrt{l^2+z^2}}\right)\hat{z}$$

r成分は打ち消し合うので無視できる。

(3)
$$\mathbb{F} = Q\,\mathbb{E}$$
$$= \frac{\sigma z Q}{2\varepsilon_0}\left(\frac{1}{\sqrt{a^2+z^2}} - \frac{1}{\sqrt{a^2+z^2}}\right)\hat{z}$$

(4) $z = 0$

問2

(1) $H = \frac{I}{2\pi r}$

(2)
$$d\Phi = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\cdot c\,dr = \frac{\mu_0 c I}{2\pi r}\,dr$$

(3)
$$\Phi = \int_x^{x+c} d\Phi = \frac{\mu_0 c I}{2\pi}\int_x^{x+c}\frac{1}{r}\,dr = \frac{\mu_0 c I}{2\pi}\left[\log r\right]_x^{x+c} = \frac{\mu_0 c I}{2\pi}\log\left(\frac{x+c}{x}\right)$$

(4)
$$M = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 c}{2\pi}\log\left(\frac{x+c}{x}\right)$$

(5)
$$e = \left|\frac{d\Phi}{dt}\right|$$
$$= \left|\frac{d\Phi}{dx}\cdot\frac{dx}{dt}\right|$$
$$= \frac{\mu_0 I c v}{2\pi}\left(\frac{1}{x+c} - \frac{1}{x}\right)$$
$$= \frac{\mu_0 I c^2 v}{2\pi(x+c)x}$$

No.

Date

平成23年度・平成22年度（10月期） 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 **問 題 用 紙**		
専攻名	電子情報工学専攻	
試験科目名	専門科目 ③電子回路	P. 3／7

注：問１と問２の解答は別々の答案用紙に書くこと．

問 1．図 1(a) に示す n 型 MOSFET 増幅回路について，以下の問に答えよ．ただし，n 型 MOSFET の小信号等価回路は図 1(b) で与えられるものとする．ここで，g_m は相互コンダクタンスであり，$C \gg C_i, C_o$ である．また，並列記号（ // ）を用いてよい．

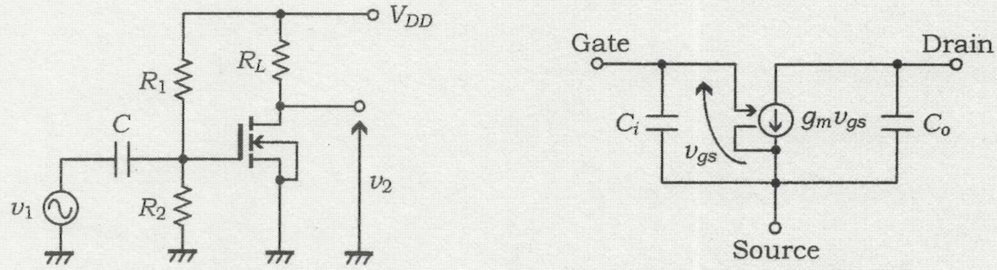
(1) 図 1(b) の小信号等価回路を用いて，図 1(a) の回路の小信号等価回路を描け．ただし，C はそのまま残すこと．

(2) (1) で求めた小信号等価回路から，電圧利得 $A(\omega) = v_2/v_1$ を $A(\omega) = \dfrac{A}{1+jX}\dfrac{jBY}{1+jY}$ の形式で求めよ．

(3) $|A(\omega)|$ の周波数特性の概略を描け．

(4) $|A(\omega)|$ の最大値 $|A(\omega)|_{\max}$ を求めよ．

(5) $|A(\omega)|$ の低域遮断角周波数 ω_{cl} と高域遮断角周波数 ω_{ch} を求めよ．



(a) (b)

図 1．n 型 MOSFET 増幅回路と等価回路

問 2．図 2 に示す CR 正弦波発振回路について，以下の問に答えよ．ただし，増幅回路は入力インピーダンスを無限大，増幅度を A とする．

29/6

(1) 帰還回路部の伝達関数 $H(\omega) = v_2/v_1$ を求めよ．

(2) 発振条件を求めよ．

(3) (2) の発振条件を満たすための増幅回路として，演算増幅器を用いた回路例を示し，使用した素子間の関係を求めよ．ただし，演算増幅器は理想的（差動利得は無限大，入力インピーダンスは無限大）とする．

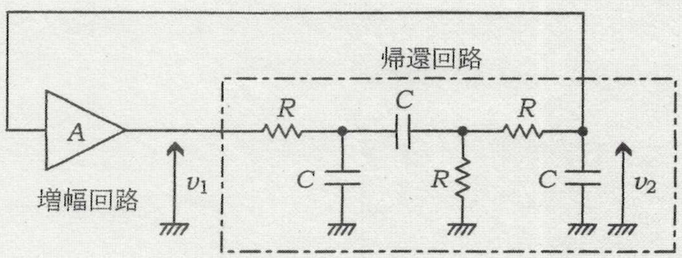


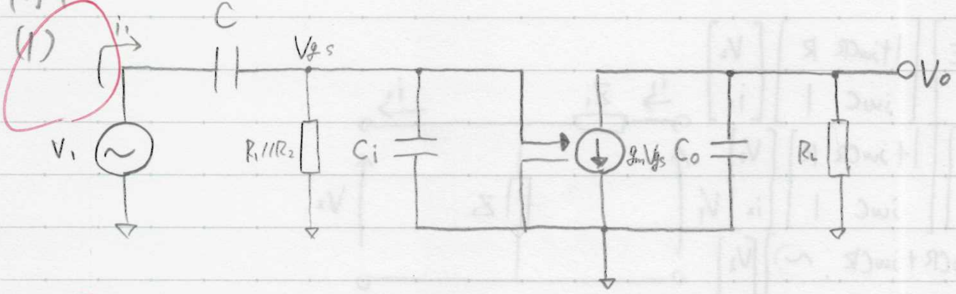
図 2．CR 正弦波発振回路

Date 2024 7. 19

2011 電子回路

問1

(1)



(2)

$$\begin{cases} i_1 = \dfrac{V_1}{\frac{1}{j\omega C} + (R_1//R_2//\frac{1}{j\omega C_i})} & \cdots ① \\ V_{gs} = \left(R_1//R_2//\dfrac{1}{j\omega C_i}\right) i_1 & \cdots ② \\ V_o = -\left(R_L//\dfrac{1}{j\omega C_o}\right) g_m V_{gs} & \cdots ③ \end{cases}$$

$$R_1 // R_2 // \frac{1}{j\omega C_i} = \frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+j\omega C_i} = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2+j\omega C_iR_1R_2}$$

$$R_L // \frac{1}{j\omega C_i} = \frac{1}{\frac{1}{R_L}+j\omega C_i} = \frac{R_L}{1+j\omega C_iR_L}$$

① を ② に代入して,

$$V_{gs} = \frac{(R_1//R_2//\frac{1}{j\omega C_i})}{\frac{1}{j\omega C}+(R_1//R_2//\frac{1}{j\omega C_i})} V_i$$

$$= \frac{R_1R_2}{\frac{R_1+R_2+j\omega C_iR_1R_2}{j\omega C}+R_1R_2} V_i$$

$$= \frac{j\omega CR_1R_2}{R_1+R_2+j\omega C_iR_1R_2+j\omega CR_1R_2} V_i$$

$$V_{gs} = \frac{j\omega CR_1R_2}{(R_1+R_2)+j\omega R_1R_2(C_i+C)} V_i \cdots ④$$

④ を ③ に代入して,

$$V_o = -\frac{g_mR_L}{1+j\omega C_oR_L} \cdot \frac{j\omega CR_1R_2}{(R_1+R_2)+j\omega(C_i+C)R_1R_2} V_i$$

以上より,

$$A(\omega) = \frac{-g_mR_L}{1+j\omega C_oR_L} \cdot \frac{j\frac{C(R_1+R_2)}{C_i+C}\cdot\frac{\omega(C_i+C)R_1R_2}{R_1+R_2}}{1+j\frac{\omega(C_i+C)R_1R_2}{R_1+R_2}}$$

$$\omega \cancel{C_i} C R_1R_2 = B \cdot \frac{\omega(C_i+C)R_1R_2}{R_1+R_2}$$

$$B = \frac{C(R_1+R_2)}{C_i+C}$$

(3) ?

(4) ?

(5) $1 = \omega C_o R_L$　　$1 = \dfrac{\omega(C_i+C)R_1R_2}{R_1+R_2}$

? $\omega = \dfrac{1}{C_oR_L}$　　$\omega = \dfrac{R_1+R_2}{(C_i+C)R_1R_2}$

$C_i, C_o \ll C$ より, $\omega_{cl} = \dfrac{R_1+R_2}{(C_i+C)R_1R_2}$, $\omega_{ch} = \dfrac{1}{C_oR_L}$

No.

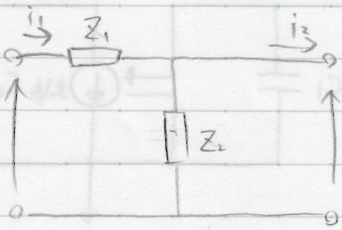
Date

問2

(1)
$$\begin{bmatrix} V_1 \\ i_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+j\omega CR & R \\ j\omega C & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{1+j\omega CR}{j\omega CR} & \frac{1}{j\omega C} \\ \frac{1}{R} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1+j\omega CR & R \\ j\omega C & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \frac{(1+j\omega CR)^2}{j\omega CR} + 1, & \frac{1+j\omega CR}{j\omega C} + R \\ \frac{1+j\omega CR}{R} + \frac{1}{R}, & 1+1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1+j\omega CR & R \\ j\omega C & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \frac{(1+j\omega CR)^3}{j\omega CR} + (1+j\omega CR) + 1 + j\omega CR + j\omega CR, & \sim \\ \sim, & \sim \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ i_2 \end{bmatrix}$$



(i) $V_2 = 0$

$V_1 = B i_2 \longleftrightarrow B = \frac{V_1}{i_2} = Z_1$

$i_1 = D i_2 \longleftrightarrow D = \frac{i_1}{i_2} = 1$

(ii) $i_2 = 0$

$V_1 = A V_2 \longleftrightarrow A = \frac{V_1}{V_2} = 1 + \frac{Z_1}{Z_2}$

$i_1 = C V_2 \longleftrightarrow C = \frac{i_1}{V_2} = \frac{1}{Z_2}$

$1 + \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R} = 1 + \frac{1}{j\omega CR} = \frac{1+j\omega CR}{j\omega CR}$

以上より,

$$V_1 = \left\{ \frac{(1+j\omega CR)^3}{j\omega CR} + 2 + 3j\omega CR \right\} V_2$$

$$V_1 = \frac{(1+j\omega CR)^3 + j\omega CR(2+3j\omega CR)}{j\omega CR} V_2$$

$$H(\omega) = \frac{j\omega CR}{(1+j\omega CR)^3 + j\omega CR(2+j3\omega CR)}$$

$$= \frac{j\omega CR}{1 + j3\omega CR - 3\omega^2C^2R^2 - j\omega^3C^3R^3 + j2\omega CR - 3\omega^2C^2R^2}$$

$$= \frac{j\omega CR}{(1-6\omega^2C^2R^2) + j(-\omega^3C^3R^3 + 5\omega CR)} \;//$$

(2) $G_{LOOP} = AH$

$$= \frac{j\omega CRA}{(1-6\omega^2C^2R^2) + j(-\omega^3C^3R^3 + 5\omega CR)}$$

$$= \frac{j\omega CRA\{(1-6\omega^2C^2R^2) + j(\omega^3C^3R^3 - 5\omega CR)\}}{(1-6\omega^2C^2R^2)^2 + (-\omega^3C^3R^3 + 5\omega CR)^2}$$

$$G = \frac{\omega CRA\{(5\omega CR - \omega^3C^3R^3) + j(1-6\omega^2C^2R^2)\}}{(1-6\omega^2C^2R^2)^2 + (-\omega^3C^3R^3 + 5\omega CR)^2}$$

位相条件より,

$$1 - 6\omega^2C^2R^2 = 0$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{6}CR} \;//$$

振幅条件より,

$$\frac{\omega CRA(5\omega CR - \omega^3C^3R^3)}{(-\omega^3C^3R^3 + 5\omega CR)^2} \geqq 1$$

$$\frac{\frac{1}{\sqrt{6}}A\left(\frac{5}{\sqrt{6}} - \frac{1}{6\sqrt{6}}\right)}{\left(-\frac{1}{6\sqrt{6}} + \frac{5}{\sqrt{6}}\right)^2} \geqq 1$$

$$\frac{\frac{1}{\sqrt{6}}A \cdot \frac{29}{6\sqrt{6}}}{\left(\frac{29}{6\sqrt{6}}\right)^2} \geqq 1$$

$$\frac{\frac{1}{\sqrt{6}}A}{\frac{29}{6\sqrt{6}}} \geqq 1$$

$$\frac{1}{\sqrt{6}}A \geqq \frac{29}{6\sqrt{6}}$$

$$A \geqq \frac{29}{6} \;//$$