問題１　微分積分・線形代数・常微分方程式　解答例

ここにあげたのは１つの解答の方法である。

[I] (1) α の法ベクトルを $\vec{n}=(a,b,c)$ とする。$\overrightarrow{\mathrm{AB}}=(3,4,-9)$, $\overrightarrow{\mathrm{AC}}=2(1,1,-2)$ であるから

$$0=\vec{n}\cdot\overrightarrow{\mathrm{AB}}=3a+4b-9c, \qquad 0=\vec{n}\cdot\overrightarrow{\mathrm{AC}}=a+b-2c$$

これをとくと $\vec{n}=c(-1,3,1)$ であるから α は

$$-(x-1)+3(y+3)+(z-5)=0 \quad \text{すなわち} \quad x-3y-z=5$$

(2) $f(-1,2)=\tan^{-1}(-2)+\dfrac{3}{5}+\tan^{-1}2=\dfrac{3}{5}$ であり

$$f_x(x,y)=-\frac{y}{x^2+y^2}, \quad f_y(x,y)=\frac{x}{x^2+y^2}$$

より $f_x(-1,2)=-\dfrac{2}{5}$, $f_y(-1,2)=-\dfrac{1}{5}$ であるから

$$z=-\frac{2}{5}(x+1)-\frac{1}{5}(y-2)+\frac{3}{5} \quad \text{すなわち} \quad 2x+y+5z=3$$

(3)

$$P\to\begin{pmatrix}2&-1&5&-3\\6&4&8&12\\0&3&-3&9\end{pmatrix}\to\begin{pmatrix}2&-1&5&-3\\0&7&-7&21\\0&3&-3&9\end{pmatrix}$$

$$\to\begin{pmatrix}2&-1&5&-3\\0&1&-1&3\\0&1&-1&3\end{pmatrix}\to\begin{pmatrix}2&-1&5&-3\\0&1&-1&3\\0&0&0&0\end{pmatrix} \qquad \text{より} \qquad \mathrm{rank}(P)=2$$

(4) $g(x,y,z)=px+qy+rz-d$ と表される。３平面の方程式を連立させたとき自由度１の解を持つことから、この連立１次方程式の係数行列と拡大形数行列との階数は共に２である。

$$\begin{pmatrix}1&-3&-1&5\\2&1&5&3\\p&q&r&d\end{pmatrix}\to\begin{pmatrix}1&-3&-1&5\\0&7&7&-7\\0&3p+q&p+r&d-10p\end{pmatrix}$$

$$\to\begin{pmatrix}1&-3&-1&5\\0&1&1&-1\\0&0&-2p-q+r&d-7p+q\end{pmatrix}$$

したがって

$$-2p-q+r=0, \quad d-7p+q=0 \quad \text{より} \quad p=\frac{1}{9}(r+d),\ q=\frac{1}{9}(7r-2d)$$

したがって $g(x,y,z)=\dfrac{x}{9}(r+d)+\dfrac{y}{9}(7r-2d)+rz-d$

もちろん (p,q,r,d) が２つのベクトル $(1,-3,-1,-5)$, $(2,1,5,3)$ の１次結合であることを利用して調べても良い。

[別解]　α と β との交線を通る平面の方程式は $k(x-3y-z-5)+\ell(2x+y+5z-3)=0$ として与えられる。この右辺が $g(x,y,z)$ であるから

$$-d=g(0,0,0)=-5k-3\ell,\ r-d=g(0,0,1)=-6k+2\ell$$

より $k=\dfrac{1}{8}(3r-5d)$, $\ell=\dfrac{1}{8}(d-5r)$

[II] (1) $\cos\theta = \dfrac{1-t^2}{1+t^2},\ d\theta = \dfrac{2dt}{1+t^2}$ であるから

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{(1+\cos\theta)^2} = \int_0^1 \frac{1}{2}(1+t^2)dt = \left[\frac{t}{2}+\frac{t^3}{6}\right]_0^1 = \frac{2}{3}$$

(2) 極座標で表示した集合を Ω とすると

$$S = \iint_\Omega r dr d\theta = \int_\alpha^\beta d\theta \int_{g(\theta)}^{f(\theta)} r dr = \int_\alpha^\beta \left[\frac{r^2}{2}\right]_{g(\theta)}^{f(\theta)} d\theta = \frac{1}{2}\int_\alpha^\beta \left\{f(\theta)^2 - g(\theta)^2\right\} d\theta$$

(3) $\cos(-\theta) = \cos\theta$ であるから求める部分は x 軸対称である。$1+\cos\theta = \dfrac{1}{1+\cos\theta}$ より $\cos\theta(\cos\theta+2) = 0$ であるから $0 \leqq \theta < \pi$ の範囲では $\theta = \dfrac{\pi}{2}$。よって

$$\begin{aligned} S &= 2\times\frac{1}{2}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\left\{(1+\cos\theta)^2 - \frac{1}{(1+\cos\theta)^2}\right\}d\theta \\ &= \int_0^{\frac{\pi}{2}}(1+2\cos\theta+\cos^2\theta)d\theta - \frac{2}{3} = \frac{3}{4}\pi + \frac{4}{3} \end{aligned}$$

問題２　基礎力学・基礎電磁気学解答例

(1) $F = -BwI$

(2) $F = -\dfrac{B^2w^2}{R}v$

(3) 一定の力 $mg\sin\theta$ と抵抗係数 B^2w^2/R の空気抵抗が働く運動に対応。

(4) $x = \dfrac{Rmg\sin\theta}{B^2w^2}\left[t - \dfrac{mR}{B^2w^2}\left(1 - \exp(-B^2w^2t/mR)\right)\right]$

(5) $G = -CB^2w^2a$

(6) 一定の力 $m^2g\sin\theta/(m + CB^2w^2)$ の下での等加速度運動に対応。

(7) $x = \dfrac{1}{2}\dfrac{mg\sin\theta}{m + CB^2w^2}t^2$

(8) $H = -\dfrac{B^2w^2}{L}x$

(9) 一定の力 $mg\sin\theta$ とバネ定数 B^2w^2/L のバネの復元力の下での運動に対応。

(10) $x = \dfrac{Lmg\sin\theta}{B^2w^2}\left(1 - \cos\dfrac{Bw}{\sqrt{mL}}t\right)$

問題11 A

I (1) 電荷 $Q = \dfrac{4\pi\varepsilon_0}{\dfrac{1}{a} - \dfrac{1}{b}} V_1$

電界の強さ $E = \dfrac{V_1}{r^2\left(\dfrac{1}{a} - \dfrac{1}{b}\right)}$

電位 $V = \dfrac{\dfrac{1}{r} - \dfrac{1}{b}}{\dfrac{1}{a} - \dfrac{1}{b}} V_1$

(2) 静電容量 $C_1 = \dfrac{4\pi\varepsilon_0}{\dfrac{1}{a} - \dfrac{1}{b}}$

(3) 静電容量 $C_2 = \dfrac{4\pi\varepsilon_0 b^2}{b - a}$

II (1) 磁界の強さ $H_a = \dfrac{r}{2} J$

磁界の x 成分 $H_{ax} = -\dfrac{y}{2} J$

磁界の y 成分 $H_{ay} = \dfrac{x}{2} J$

11A

(つづき)

(2) 穴の中の磁界のx成分 $H_x = 0$

穴の中の磁界のy成分 $H_y = \frac{l}{2} J$

「穴の中ではy向きに$\frac{l}{2} J$の

一様な磁界が生じている」

解答例

I.

（1）$I_1=\dfrac{j\omega CE}{1+j\omega CR}$，$I_2=\dfrac{j\omega CE}{2}$ より $\dfrac{I_2}{I_1}=\dfrac{1+j\omega CR}{2}$ となる。

従って，$G_I=\left|\dfrac{I_2}{I_1}\right|=\dfrac{\sqrt{1+\omega^2C^2R^2}}{2}$

（2）$E_b=\dfrac{E}{1+j\omega CR}$，$E_a=\dfrac{E}{2}$ より $E_o=E_b-E_a=\dfrac{1}{2}E\left(\dfrac{1-j\omega CR}{1+j\omega CR}\right)$ となる。

従って，$G_E=\left|\dfrac{E_O}{E}\right|=\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{\sqrt{1+\omega^2C^2R^2}}{\sqrt{1+\omega^2C^2R^2}}\right)=\dfrac{1}{2}$

（3）$E_o=\dfrac{1}{2}E\left(\dfrac{1-j\omega CR}{1+j\omega CR}\right)=\dfrac{1}{2}E\left(\dfrac{(1-\omega^2C^2R^2)-j(2\omega CR)}{1+\omega^2C^2R^2}\right)$ である。

出力電圧 E_o の位相が E より 90° 遅れるには上式の実数部が 0 にならなければならない。

従って，$1-\omega^2C^2R^2=0$ より　$R=\dfrac{1}{\omega C}$

解答例（２００５年大学院入試、問題１２ＡⅡ）

問題１２　Ａ

Ⅱ

解答に使う記号を定義しておく。

オペアンプの－端子の電圧をV_-、＋端子の電圧をV_+、

入力電流をI_s、帰還電流（R_fを流れる電流）をI_fとし、

いずれもV_1からV_2へ流れるのを正とする。

（１）（ａ）

理想オペアンプ（電圧利得＝∞）より、$V_- = V_+$

また、回路より$V_+ = 0$、　よって$V_- = 0$ [V]

$I_s = V_1 / R_s$、$I_f = -V_2 / R_f$、

またオペアンプの入力インピーダンス＝∞より$I_s = I_f$

$\therefore$　$V_1 / R_s = -V_2 / R_f$、従って$V_2(t) = -(R_f / R_s)\, V_1(t)$

（１）（ｂ）

C_sに溜まる電荷量をQ_sと書く。前問と同様に$V_- = 0$ [V] より

$Q_s(t) = C_s V_1(t)$、$I_s(t) = dQ_s(t)/dt = C_s \cdot dV_1(t)/dt$

前問と同様に、$I_f = -V_2 / R_f$、$I_s = I_f$より、

$V_2(t) = -R_f C_s \cdot dV_1(t)/dt$

（２）（ａ）

$2\pi f = \omega$と書き、R_sとC_sの合成インピーダンスをZ_sと書くと、

入力波が正弦波より、$Z_s = R_s + 1/jwC_s$となる。

（１）と同様に$V_- = 0$ [V] より、$I_s = V_1 / Z_s$、$I_f = -V_2 / R_f$、

及び、$I_s = I_f$より

$A_v = |V_2(t)/V_1(t)| = R_f\,|1/Z_s| = R_f / \left(\sqrt{R_s^2 + 1/\omega^2 C_s^2}\right)$

問いに与えられた各値を、これに代入すると、

$A_v = 10 / \left(\sqrt{1 + 10^4/(2\pi f)^2}\right)$

（２）（ｂ）

前問の答えより、$\sqrt{2} = \sqrt{1 + 10^4/(2\pi f)^2}$

$\therefore$　$1 = 10^4/(2\pi f)^2$

$\therefore$　$2\pi f = 100$

$f = 100/2\pi = 15.9 \fallingdotseq 16$　　<u>答え１６Ｈｚ</u>

問題１２　B [電気回路・電子回路]

I. 図 1 の交流電圧源 $\dot{E}$, 抵抗 R_1, R_2, リアクタンス jX_1, $-jX_2$ およびスイッチ S からなる回路がある。抵抗 R_1 とリアクタンス jX_1 は固定値で，抵抗 R_2 とリアクタンス $-jX_2$ は可変である。定常状態において以下の問いに答えよ。

(1) スイッチ S を開いた回路で，回路に流れる電流 $|\dot{I}|$ および抵抗 R_2 の消費電力 P_2 の式をそれぞれ，$E(=|\dot{E}|)$, R_1, R_2, X_1 を用いて表せ。

(2) スイッチ S を開いた回路で，抵抗 R_2 の消費電力 P_2 が最大となる抵抗 R_2 の条件を求めよ。

(3) スイッチ S を閉じた回路で，抵抗 R_2 の消費電力 P_2 が最大となるための，抵抗 R_2 およびリアクタンス $-jX_2$ はそれぞれどれだけか。ただし，$R_1 = 20\Omega$, $X_1 = 10\Omega$ とする。

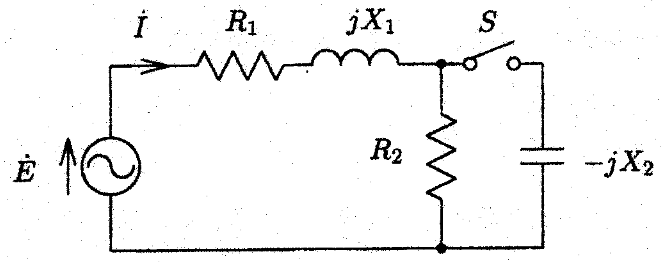

図 1

[解答例]

(1)

$$\dot{I} = \frac{\dot{E}}{R_1 + R_2 + jX_1} \qquad P_2 = R_2|\dot{I}|^2$$

$$|\dot{I}| = \underline{\frac{E}{\sqrt{(R_1+R_2)^2 + X_1^2}}} \qquad = \underline{\frac{R_2E^2}{(R_1+R_2)^2+X_1^2}}$$

(2)

$$P_2 = \frac{R_2E}{(R_1+R_2)^2+X_1^2} = \frac{E}{\dfrac{R_1^2+X_1^2}{R_2} + R_2 + 2R_1}$$

$$= \frac{E}{\left(\sqrt{\dfrac{R_1^2+X_1^2}{R_2}} - \sqrt{R_2}\right)^2 + 2R_1 + 2\sqrt{R_1^2+X_1^2}}$$

P_2 が最大となる条件は，分母が最小となるときであり，$\underline{R_2 = \sqrt{R_1^2+X_1^2}}$ である。

(3) R_2 と $-jX_2$ の並列インピーダンス Z_2 を計算する。

$$Z_2 = \frac{-jX_2R_2}{R_2 - jX_2} = \frac{R_2X_2^2 - jR_2^2X_2}{R_2^2+X_2^2}$$

最大電力は整合時に得られ，すなわち，次式が成立する。

$$R_1 = \frac{R_2X_2^2}{R_2^2+X_2^2}, \qquad X_1 = \frac{R_2^2X_2}{R_2^2+X_2^2} \quad \rightarrow \quad \frac{R_1}{X_2} = \frac{X_1}{R_2} = \frac{R_2X_2}{R_2^2+X_2^2}$$

$$R_2 = \frac{X_1X_2}{R_1}, \quad \frac{R_2X_2}{R_2^2+X_2^2} = \frac{\dfrac{X_1X_2}{R_1}X_2}{\left(\dfrac{X_1X_2}{R_1}\right)^2 + X_2^2} = \frac{R_1X_1}{R_1^2+X_1^2} = \frac{2}{5}$$

$$R_2 = X_1\frac{R_1^2+X_1^2}{R_1X_1} = 10 \times \frac{5}{2} = \underline{25\ \Omega}, \quad X_2 = R_1\frac{R_1^2+X_1^2}{R_1X_1} = 20 \times \frac{5}{2} = 50$$

$$-jX_2 = \underline{-j50\ \Omega}$$

問題12

B［電気回路・電子回路］

II

(1) 仮想短絡（イマジナリショート）

(2) $V_i = R_1 I_1 + \dfrac{V_i R_2}{R_1 + R_2}$ より、$I_1 = \dfrac{V_i}{R_1 + R_2}$

(3) $I_2 = \dfrac{R_2}{R_1 + R_2} V_i \cdot \dfrac{1}{R_2} = \dfrac{V_i}{R_1 + R_2}$

(4) 点 a における電流について、以下の関係が成り立つ.

$$I_1 = \frac{\dfrac{V_i R_2}{R_1 + R_2} - V_o}{R_3} + I_2$$

(2)および(3)で得られた電流I_1，I_2を上式に代入し、整理すると

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

平成１８年度大学院工学研究科（博士前期課程）専門試験問題解答例

問題１４　計測・制御・数理　I

【出題のねらい】

制御工学の基礎知識である制御対象の特性の把握に関して，微分方程式によるモデル化，ラプラス変換やブロック線図による表現，伝達関数の導出などの理解度を確認する．また，解答に必要な変数の設定を適切に行っているかどうかについても確認する．

I　図１に示す機械系について考える．図中，質量 M [kg] の矩形物体と，慣性モーメント J [$kg \cdot m^2$] の円盤は接触しており，接触面に粘性摩擦係数 B_1 [N·s/m] の粘性摩擦が発生する．また，図中の円盤は固定軸 A のまわりに回転するものとし，$\theta(t)$ は円盤の角変位 [rad] を，$\tau(t)$ [Nm] は円盤に働くトルクをあらわす．一方，矩形物体は摩擦のない床面上を移動し，その変位を $x(t)$ [m] とする．さらに矩形物体はばね定数 K [N/m] のばねと粘性摩擦係数 B_2 [N·s/m] のダンパによって壁面に結合されている．

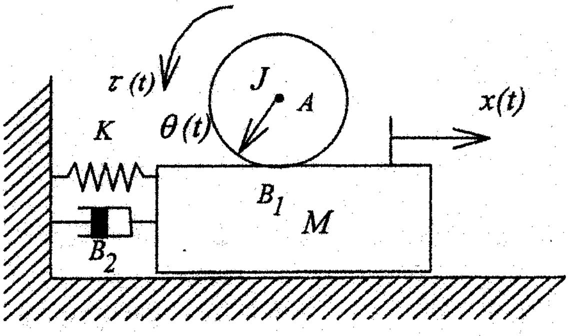

図　1

1．機械系の運動方程式を慣性モーメント J の円盤と質量 M の矩形物体のそれぞれについて書け．ただし，円盤の角変位 θ，円盤に加わるトルク τ，矩形物体の変位 x は図中の矢印の方向を正とする．

【解答例】

円盤と矩形物体の間のトルク－力関係を定量的に表現するために $\boxed{\text{円盤の半径を } r \text{ と仮定する}}$.
円盤と矩形物体の接触部で円盤に作用する力（変位 x の正方向を力の正方向とする）が接触点での両者の速度差と粘性摩擦係数によって $B_1(\dot{x} - r\dot{\theta})$ と表されることに注意して，慣性モーメント J の円盤と質量 M の矩形物体に働くトルクや力の釣合いから運動方程式を作成する．円盤に関して接触点での正方向のトルクが円盤の半径 r と接触力から $rB_1(\dot{x} - r\dot{\theta})$ となることから，トルクの釣合いより

$$\boxed{J\ddot{\theta} = rB_1(\dot{x} - r\dot{\theta}) + \tau} \qquad (1)$$

を得る．同様に矩形物体には接触点で作用・反作用の法則により負の方向に力 $B_1(\dot{x} - r\dot{\theta})$ が作用することを考慮して力の釣合いを考えると

$$\boxed{M\ddot{x} + B_2\dot{x} + Kx = B_1(r\dot{\theta} - \dot{x})} \tag{2}$$

を得る.

なお，表記の簡単化のため，単位や，時間関数の(t)を省略した.

2．上の設問1で求めた機械系の運動方程式をラプラス変換した式を書け．さらに，運動に関する初期値を零として，外部から与えられたトルクτと角変位θ，変位xとの相互関係を示すブロック線図を作成せよ.

【解答例】

微分に関するラプラス変換の公式

$$\mathcal{L}[\dot{x}] = s\mathcal{L}[x] - x(0) \tag{3}$$
$$\mathcal{L}[\ddot{x}] = s^2\mathcal{L}[x] - sx(0) - \dot{x}(0) \tag{4}$$

を先に得られた(1),(2)式に適用すると，
(1)式より

$$\boxed{J(s^2\Theta - s\theta(0) - \dot{\theta}(0)) = rB_1((sX - x(0)) - r(s\Theta - \theta(0))) + \mathrm{T}} \tag{5}$$

となる．また(2)式をラプラス変換すると

$$\boxed{M(s^2X - sx(0) - \dot{x}(0)) + B_2(sX - x(0)) + KX = B_1(r(s\Theta - \theta(0)) - (sX - x(0)))} \tag{6}$$

となる.

(5),(6)式で初期値を全て0と置き，ブロック線図で表すために，両式を変形する.
運動の初期値を0とした(5)式をΘについて解くと，

$$\Theta = \frac{1}{Js^2 + B_1r^2s}(\mathrm{T} + B_1rsX) \tag{7}$$

となる．同様に(6)式をXについて解くと，

$$X = \frac{1}{Ms^2 + (B_1 + B_2)s + K}B_1rs\Theta \tag{8}$$

を得る．(7),(8)式はそれぞれ，TとX，Θを入力とする伝達関数により出力ΘとXが定まる特性を表している．これをブロック線図で表すと，図　2のようになる.
なお，ラプラス変換された変数の(s)を省略した.

3．円盤に加わるトルク$\tau(t)$　$[Nm]$を入力，質量Mの矩形物体の変位$x(t)$ $[m]$を出力とする伝達関数$G(s)$を求めよ.

【解答例】

円盤に加わるトルク$\tau(t)$を入力，質量Mの矩形物体の変位$x(t)$を出力とする伝達関数を求めるには，(7),(8)式において変数Θを消去すれば良い．

そこで，(8)式に，(7)式を代入してΘを消去し，さらにXについて解くと，伝達関数Gは次式のように求まる．

$$\boxed{G(s)=\frac{\mathcal{L}[x]}{\mathcal{L}[\tau]}=\frac{B_1 r}{MJs^3+(MB_1r^2+J(B_1+B_2))s^2+(B_1B_2r^2+JK)s+B_1Kr^2}} \qquad (9)$$

同様な伝達関数は，図２のブロック線図の等価変換によっても得られる．

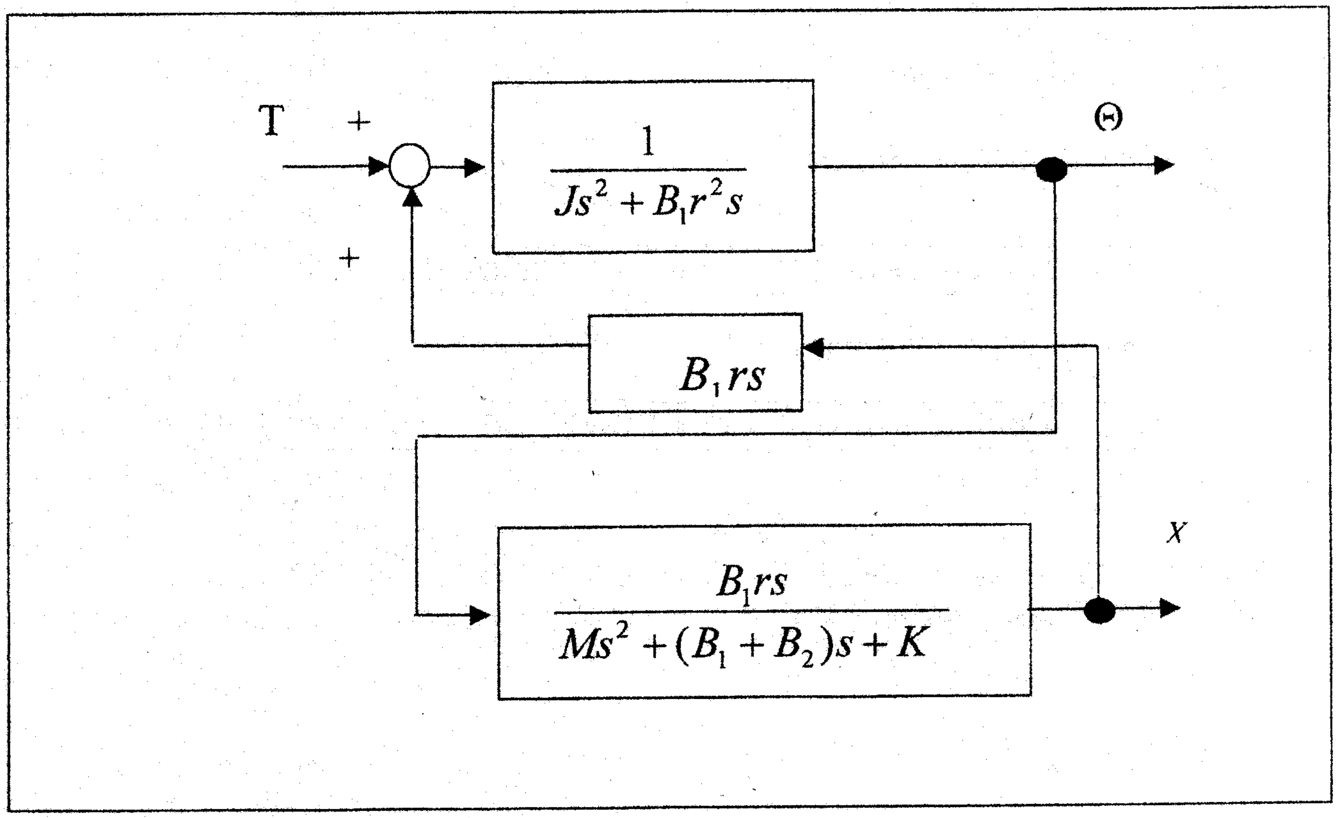

図　２

なお，以上の記述で枠はそれぞれの問いに対する解をあらわす．

平成17年8月18日実施

平成18年度大学院工学研究科（博士前期課程）専門試験問題解答例

問題14　計測・制御・数理　II

【出題のねらい】

制御工学の基礎知識である伝達関数、状態変数表現、周波数応答、システムの安定性、定常特性などの理解度を確認する。なお、状態変数表現、周波数応答に対する知識がなくても、別解法により問題を解くことができる。

【解答例】

(1) $\begin{pmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & -5 \\ 7 & -8 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 4 \\ 6 \end{pmatrix}u$, $y = \begin{pmatrix} -3 & 2 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}$ より、求める伝達関数$G(s)$は

$$G(s) = \begin{pmatrix} -3 & 2 \end{pmatrix}\left\{ s\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 4 & -5 \\ 7 & -8 \end{pmatrix} \right\}^{-1}\begin{pmatrix} 4 \\ 6 \end{pmatrix} = \frac{2}{s^2+4s+3}$$

。□

(2) 目標値がステップ信号なので、定常偏差が存在するための条件は、閉ループ系が安定であることである。ここで、r から y への伝達関数を $G(s)$ とすると、

$$G(s) = \frac{\dfrac{(-s+1)K}{10s^2+9s-1}}{1+\dfrac{(-s+1)K}{10s^2+9s-1}} = \frac{-Ks+K}{10s^2+(9-K)s+(K-1)}$$

。フルビッツの安定判別法を用いると、この閉ループ系が安定となる条件は、分母のs^2の係数が正であることより、$H_1 = 9-K > 0$ かつ $H_2 = \begin{vmatrix} 9-K & 0 \\ 10 & K-1 \end{vmatrix} = (9-K)(K-1) > 0$ 。よって $1 < K < 9$ 。このとき、定常偏差は

$$E = \lim_{t\to\infty}(r-y) = \lim_{s\to 0} s\left(R(s)-Y(s)\right) = \lim_{s\to 0} s\left(\frac{1}{s} - G(s)\frac{1}{s}\right) = -\frac{1}{K-1}$$

。□

(3) 角周波数 $\omega = 2$ （単位は題意からは不明）におけるシステムの周波数伝達関数の値は $G(j2) = \frac{1}{j10}$。システムは安定であり、入力信号の振幅は2なので、求める振幅は $\left|2 \times \frac{1}{j10}\right| = \frac{1}{5}$。

□

問題１９　計算機構造，システムプログラム

A［計算機構造］解答例

I

(1)　X=(01011.00100)₂、Y=(00101.11110)₂、Z=(00110.10100)₂

(2)

$$
\begin{array}{rl}
① & 01011.00100 \\
+ & 00101.11110 \\
\hline
 & 10001.00010
\end{array}
$$

符号ビットが変化しているので，正しい答えではない．

②　-Y=(11010.00010)₂、-Z=(11001.01100)₂

$$
\begin{array}{rl}
 & 11010.00010 \\
+ & 11001.01100 \\
\hline
(1) & 10011.01110
\end{array}
$$

符号ビットが変化していないので，正しい答えである．

II

(1)　e の LED は，10 進数で 0, 2, 6 の場合に点灯する．また，f の LED は，10 進数で 0, 4, 5, 6 の場合に点灯する．したがって，e 及び f の LED の点・消灯と x_2, x_1, x_0 との関係を真理値表に示すと，次のようになる．

x_2	x_1	x_0	e	f
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	1
1	0	1	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0

上記の真理値表より，F_e 及び F_f の主加法標準形(積和標準形) は，次式で表される．

$$F_e = \overline{x_2}\,\overline{x_1}\,\overline{x_0} + \overline{x_2}x_1\overline{x_0} + x_2x_1\overline{x_0}$$

$$F_f = \overline{x_2}\,\overline{x_1}\,\overline{x_0} + x_2\overline{x_1}\,\overline{x_0} + x_2\overline{x_1}x_0 + x_2x_1\overline{x_0}$$

(2)

e の論理式に対するカルノー図は，次のようになる.

		x_2x_1			
		00	01	11	10
x_0	0	1	1	1	0
	1	0	0	0	0

従って，$F_e = \overline{x_2 x_0} + x_1 \overline{x_0}$ となる.

同様に, f の論理式に対するカルノー図は，次のようになる.

		x_2x_1			
		00	01	11	10
x_0	0	1	0	1	1
	1	0	0	0	1

従って，$F_f = \overline{x_1 x_0} + x_2 \overline{x_0} + x_2 \overline{x_1}$ となる.

III

1ミリ秒の時間単位で，CPU 処理を○，I/O 処理を△，作動可能状態を×で表すと，各タスクの状態の時間変化は，次のようになる.

A：○○○△△△○○○△△△△△○○○

B：×××○○○△△△△△△○○○×××○△△△○○○

C：××××××○×××○○△△△△△××○○○×××○△△△○○○

となり、

(1) 上図より，３２ミリ秒となる.

(2) Cの×は１４個あるので，１４ミリ秒となる.

問題２２　Ａ[制御工学]　解答例

Ⅰ

(1) 閉ループ伝達関数が$G_C(s)=\dfrac{G(s)K(s)}{1+G(s)K(s)}$と表されるので，$\underline{G(s)=\dfrac{G_C(s)}{(1-G_C(s))K(s)}}$が求まる．

(2) ２次遅れ系となることから閉ループ系が$G_C(s)=\dfrac{K_n\omega_n{}^2}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n{}^2}$として表される．また，周波数特性から固有角周波数$\omega_n$は2[rad/sec]，ゲイン$K_n$が1であること，また，臨界制動となることから減衰係数（減衰率）ζが1であることが分かるので，閉ループ系は$\underline{G_C(s)=\dfrac{4}{s^2+4s+4}}$となる．これを(1)の結果に代入すると，$\underline{G(s)=\dfrac{1}{s(s+4)}=\dfrac{1}{s^2+4s}}$となる．

(3) k=4であるので，$G_C(s)=\dfrac{4}{s^2+4s+4}$に対するステップ応答を求めればよい．

$y(t)=L^{-1}\{G_C(s)\dfrac{1}{s}\}=L^{-1}\{\dfrac{4}{s(s+2)^2}\}=L^{-1}\{\dfrac{1}{s}+\dfrac{-1}{s+2}+\dfrac{-2}{(s+2)^2}\}$より$\underline{y(t)=1-\varepsilon^{-2t}(1+2t)}$となる．ここで$L^{-1}\{\ \}$はラプラス逆変換を表す．

Ⅱ

(1) t=0における接線と定常値との交点がt=0.05[sec]であることから，時定数は0.05[sec]である．よって，$\underline{\dfrac{1}{1+0.05s}=\dfrac{20}{s+20}}$となる．

(2) (a) $G(s)=\dfrac{10}{s(s+10)}$と$K(s)=kC(s)=\dfrac{20k}{s+20}$より，閉ループ系は$G_C(s)=\dfrac{200k}{s^3+30s^2+200s+200k}$となり，特性方程式は$s^3+30s^2+200s+200k=0$となる．ここで，フルビッツの安定判別法を用いて安定性を調べると$\begin{vmatrix}30 & 200k\\ 1 & 200\end{vmatrix}=6000-200k>0$となり$\underline{k<30}$を得る．

(2) (b) $e(t)=r(t)-y(t)$のラプラス変換は$\underline{E(s)=\left(1-\dfrac{G(s)K(s)}{1+G(s)K(s)}\right)R(s)=\dfrac{R(s)}{1+G(s)K(s)}}$と表される．これより，$R(s)=1/s^2$を用いて，定常速度偏差を求めると$\varepsilon_V=\lim\limits_{t\to\infty}e(t)=\lim\limits_{s\to0}s\dfrac{1}{1+G(k)K(s)}\dfrac{1}{s^2}=\dfrac{1}{k}$となり，$1/k\le0.05$より$k\ge20$を得る．(2) (a)の結果と併せて$\underline{20\le k<30}$を得る．

(2) (c) $r(t)$=0 としたときの $d(t)$から $e(t)$までの伝達関数は$\dfrac{-G(s)}{1+G(s)K(s)}$として表され，定常偏差は

$\varepsilon_d=\lim\limits_{t\to\infty}e(t)=\lim\limits_{s\to0}s\dfrac{-G(s)}{1+G(s)K(s)}\dfrac{1}{s}=\lim\limits_{s\to0}\dfrac{-10(s+20)}{s(s+10)(s+20)+4000}=\dfrac{-1}{20}=\underline{-0.05}$となる．

志　望　専　攻
専　攻

受験番号

平成１８年度　大学院工学研究科（博士前期課程）外国語

［解答用紙］

— 英　　語 —

得　点

記号・番号等が付されている設問はすべて記号・番号等で答えなさい。

I

1

① A

③ D

④ D

2

Our brains have an internal model of gravity that helps us understand how objects move under its influence.

3

(1) F　(2) T　(3) F　(4) N　(5) T

英語

記号・番号等が付されている設問はすべて記号・番号等で答えなさい。

II

1

① A

② D

③ H

④ B

⑤ F

⑥ G

⑦ C

⑧ E

英語

記号・番号等が付されている設問はすべて記号・番号等で答えなさい。

Ⅲ

1 (4)

2

(1) F

(2) F

(3) N

(4) T

(5) F

(6) T

3

9,000 steps

英語

記号・番号等が付されている設問はすべて記号・番号等で答えなさい。

Ⅳ

1

A 4

B 1

C 2

D 4

E 4

2

Despite government efforts, the percentage of poor American children has been on the rise. Too many children have parents who either don't have enough work or whose work don't pay enough.

英語

記号・番号等が付されている設問はすべて記号・番号等で答えなさい。

V

1

① B

② A

③ D

④ D

2

Crust ④

Mantle ③

Inner Core ①

Outer Core ②