KSheet CIIex　　このマークには落書きしないこと→　　汚さないこと

科 目 名	制御工学II (火３･熊谷)
学生番号	
氏　　名	
学科／学年／G	教室

学生番号　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
十一　十一　十一　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
X

筆跡をそろえて枠内に書くこと　　しわ禁止

・氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右の枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマークする
例 0341100→0+3+4+1+1+0+0=9→９　　9941100→9+9+4+1+1+0+0=24→４
ノートのみ持ち込み可　　３枚綴りをばらさないこと。

1 状態方程式

$$\dot{\boldsymbol{x}} = \begin{pmatrix} -4 & 2 & 3 \\ -3 & 1 & 3 \\ -2 & 2 & 1 \end{pmatrix} \boldsymbol{x} + \boldsymbol{B}\boldsymbol{u}$$

によって表されるシステムについて、以下の問いに答えよ。

(1) 固有値 1 とそれに対応する固有ベクトル$(1,1,1)^{\mathrm{T}}$を持つことを示せ。

(2) 残り2個の固有値とそれぞれに対応する固有ベクトルを求めよ。

(3) このシステムの安定性について述べよ(個々の固有値について述べよ)。

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

KSheet CIIex　　このマークには落書きしないこと→　汚さないこと

科 目 名	制御工学II (火３･熊谷)
学生番号	
氏　　名	
学科／学年／G	教室

学生番号　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
十一　十一　十一　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
X

筆跡をそろえて枠内に書くこと　　しわ禁止

・氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右の枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマークする
例 0341100→0+3+4+1+1+0+0=9→ 9　　9941100→9+9+4+1+1+0+0=24→ 4
ノートのみ持ち込み可　　３枚綴りをばらさないこと。

2 図 1に示す電子回路において、入力電圧e_i、出力電圧e_o、コンデンサC_1 ,C_2 ,C_3に貯まる電荷q_1 ,q_2 ,q_3には次の微分方程式が成立する。
（ただし、$C_1 = C_2 = C_3 = C$、$R_1 = R_2 = R_3 = R$）

$$\begin{aligned}
\dot{q}_1 &= (1/R)e_i + (1/RC)q_2 - (2/RC)q_1 \\
\dot{q}_2 &= (1/RC)q_1 - (1/RC)q_2 \\
\dot{q}_3 &= (1/R)e_i - (1/RC)q_3 \\
e_o &= (1/C)q_2
\end{aligned}$$

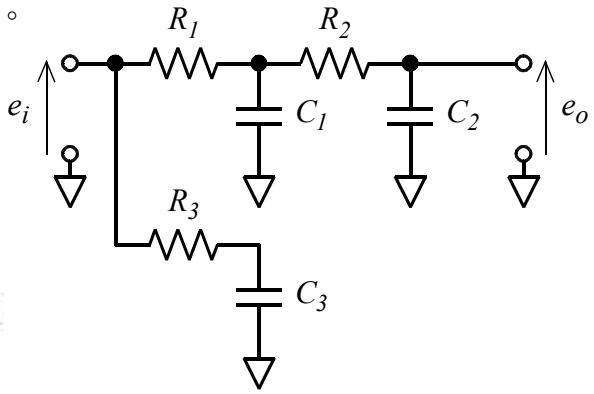

図１ コイルとコンデンサによる回路

このシステムについて、以下の問いに答えよ。

(1) 状態変数を$\boldsymbol{x} = (x_1, x_2, x_3)^T = (q_1, q_2, q_3)^T$ 、入力を$u = e_i$ 、出力を $y = e_o$ とおいて、状態方程式、出力方程式を求めよ。

(2) このシステムは可制御であるか否か、また可観測であるか否かについて検討せよ。
その際、簡単のため、C=R=1とおいてもかまわない。

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。

KSheet CIIex　　このマークには落書きしないこと→　　汚さないこと

科 目 名	制御工学II (火３･熊谷)
学生番号	
氏　　名	
学科／学年／G	教室

学生番号　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
確　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
十一　十一　十一　0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X Y
X

筆跡をそろえて枠内に書くこと　　しわ禁止

・氏名等を記入し、学生番号(縦に７桁)をマークすること。右の枠はマークしないこと。
・[確]には学生番号の各桁の数字をバラして足したものの１の位をマークする
例 0341100→0+3+4+1+1+0+0=9→９　　9941100→9+9+4+1+1+0+0=24→４
ノートのみ持ち込み可　　３枚綴りをばらさないこと。

3　図 2に示すように、水平面上にある物体(質量 M)が壁とバネ(バネ定数 k)でつながれている。この物体の位置 x を牽引する力 f によって制御したい。バネの自然長において、x=0 として以下の問いに答えよ。

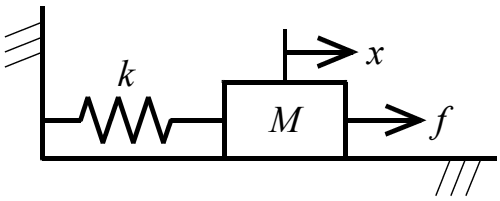

図２　バネ付き質量の制御

(1) 摩擦が無いと仮定し、運動方程式を立てよ。

(2) 上記運動方程式を元に、適切な非線形制御を適用することで、なるべく広い範囲で x を目標位置 x_r に一致させられるように制御する方法を検討し、具体的な制御式を交えて述べよ。必要なら、適宜条件を設定せよ。

(3) 摩擦係数をμ、重力加速度を g とし、摩擦がある場合について、同様に検討せよ。

・必要なら、明記の上で、裏面を使用のこと。