

北九州工業高等専門学校

令和7年度 専攻科学力選抜試験検査問題

Ⅱ群

(機械力学, 制御工学)

(配点)	<table border="1"><tr><td>1</td><td>100点</td></tr></table>	1	100点	<table border="1"><tr><td>2</td><td>100点</td></tr></table>	2	100点
1	100点					
2	100点					

(注意事項)

1. 問題は指示があるまで開かないこと。
2. 問題は本紙を除き4枚あるため、検査開始の合図のあとに枚数を確認すること。
3. 検査中に問題の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気づいた場合、静かに手を高く上げて監督者に知らせること。
4. 解答用紙すべてに受験番号を記入すること。
5. 問題用紙のホッチキス留めは外さないこと。

(4 枚中 1 枚)

北九州工業高等専門学校
令和7年度 専攻科学力選抜試験 検査問題
II 群 (機械力学, 制御工学)

1 次の機械力学に関する問いに答えなさい。(配点 100 点)

問1 図1-1に示すように、角度 α の斜面にある円柱を質点で持ち上げる問題を考える。円柱の中心と質点は張力 T の糸となめらかな滑車で接続されている。半径 r の円柱の質量を $2m$ 、中心軸周りの慣性モーメントを mr^2 、質点の質量を m とし、滑車の質量は無視できるものとする。また、円柱の回転角を $\theta(t)$ 、質点の変位を $x(t)$ とする。なお、円柱は摩擦力 f によって斜面を滑らずに転がるものとし、重力加速度を g とする。このとき、以下の問いに答えなさい。

- (1) 質点の変位 $x(t)$ と円柱の回転角 $\theta(t)$ の関係式を示しなさい。
- (2) 質点と円柱の運動方程式をそれぞれ導出しなさい。ただし、円柱の運動方程式は、摩擦力 f を用いずに表しなさい。
- (3) (2) で導出した2つの式において張力 T を消去することで、系全体の運動方程式を求めなさい。
- (4) 時刻 $t = 0$ で円柱が静止していた場合、円柱を上昇させることのできる斜面の角度 $\alpha (\geq 0)$ の範囲を求めなさい。

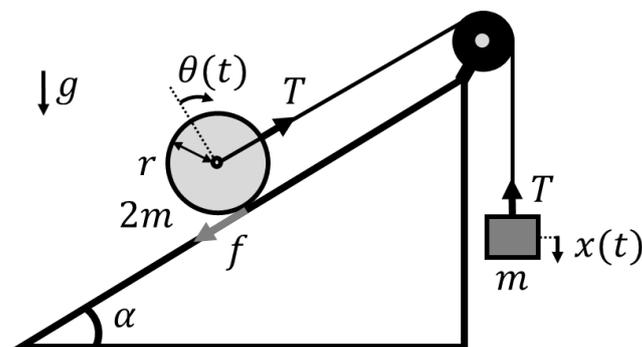


図1-1 質点を用いて円柱を持ち上げる問題

(4 枚中 2 枚)

北九州工業高等専門学校
令和7年度 専攻科学力選抜試験 検査問題
II 群 (機械力学, 制御工学)

問2 図1-2に示すように、L字形の剛体を用いた振動系を考える。質量の無視できるL字形の剛体の一端にばね係数 k のばね、もう一端に質量 m の質点と減衰係数 c のダンパが付加されている。L字の内角の頂点はピン支持されており、この点を支点として時計回りを正とした回転角 $\theta(t)$ の微小な回転振動を行う。L字形の剛体の縦方向の長さを a 、横方向の長さを b とする。このとき、以下の問いに答えなさい。

- (1) L字形の剛体の回転角 $\theta(t)$ を用いて2つの先端の変位を表しなさい。
- (2) L字形の剛体の回転角 $\theta(t)$ によって発生する、ばねの復元力とダンパの減衰力を示しなさい。
- (3) L字形の剛体の回転角 $\theta(t)$ に関する運動方程式を求めなさい。
- (4) 振動系が減衰比 $1/2$ となるための長さの比 $a/b (> 0)$ を求め、そのときの非減衰固有角振動数を示しなさい。

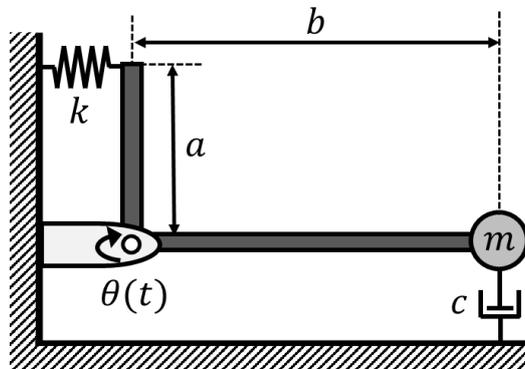


図1-2 L字形の剛体を用いた振動系

(4 枚中 3 枚)

北九州工業高等専門学校
令和7年度 専攻科学力選抜試験 検査問題
II 群 (機械力学, 制御工学)

2 次の制御工学 (古典制御) に関する問いに答えなさい。(配点 100 点)

問1 図2-1に示すようなRLC直列回路がある。ここで R は抵抗, L はコイルのインダクタンス, C はコンデンサのキャパシタンスとする。また, 回路中に流れる電流を $i(t)$ とする。以下の問いに答えなさい。

- (1) 抵抗の両端に生じる電圧 $v_R(t)$ を答えなさい。
- (2) コイルの両端に生じる電圧 $v_L(t)$ を答えなさい。
- (3) コンデンサの両端に生じる電圧 $v_C(t)$ を答えなさい。
- (4) コンデンサ両端の電圧を出力電圧 $v_o(t)$ とした時の時間領域における回路方程式を答えなさい。
- (5) 入力を入力電圧 $v_i(t)$, 出力を出力電圧 $v_o(t)$ とした場合の伝達関数 $V_o(s)/V_i(s)$ を求めなさい。なお, $i(0) = 0$ とし導出過程も示すこと。

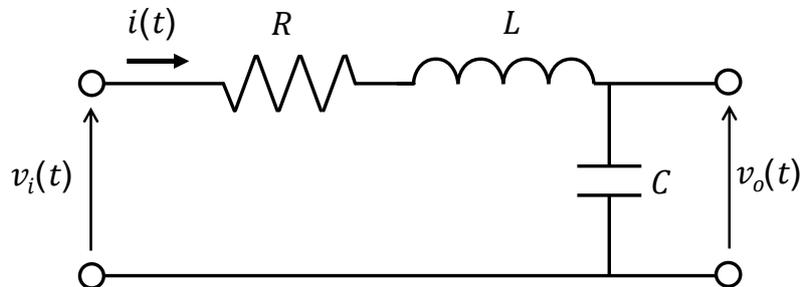


図2-1 RLC直列回路

(4 枚中 4 枚)

北九州工業高等専門学校
令和7年度 専攻科学力選抜試験 検査問題
II 群 (機械力学, 制御工学)

問2 図2-2に示すフィードバック制御系を考える。ここで、 $R(s)$ は入力、 $Y(s)$ は出力、 $C(s)$ はコントローラの伝達関数、 $P(s)$ は制御対象の伝達関数である。以下の問いに答えなさい。

- (1) 図2-2において $C(s) = K$ 、 $P(s) = \frac{1}{s}$ であるとき、 $K > 0$ ならば安定であることを示しなさい
- (2) 図2-2において $C(s) = \frac{K}{s}$ 、 $P(s) = \frac{2}{s^2+3s+2}$ であるときの開ループ伝達関数の周波数伝達関数 $G(j\omega)$ を求めなさい。
- (3) (2)の周波数伝達関数において、 $K > 0$ であるとき複素平面上におけるベクトル軌跡が図2-3のようになり、実軸と交差する角周波数 ω_0 が $\omega_0 = \sqrt{2}$ であることがわかった。この結果から制御系が安定となる K の範囲を求めなさい。

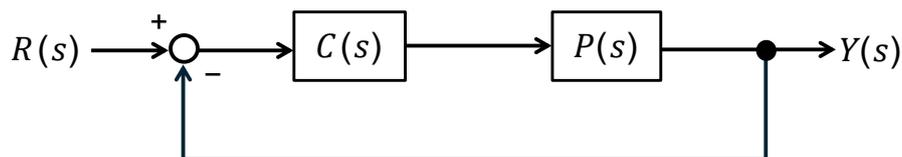


図2-2 フィードバック制御系

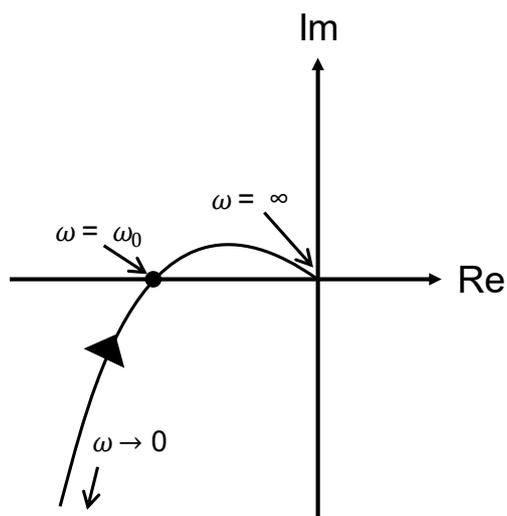


図2-3 ベクトル軌跡