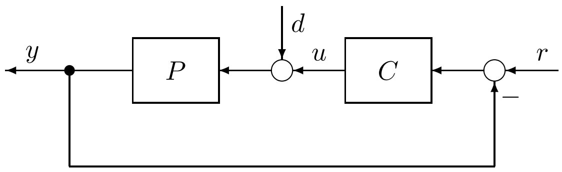
問題 1.

問 1. 特性多項式 $\phi(s)$ が以下で与えられる制御系を考える．内部安定性を判定しなさい.

(1) $\phi(s) = s^2 - s + 1$　　**(2)** $\phi(s) = s^2 + 1$　　**(3)** $\phi(s) = 25(s-1) + (s+10)(s-1)s$

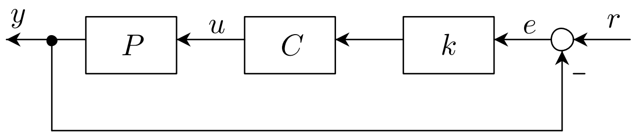
問 2. 下図に示すフィードバック制御系を考える．$P(s)$, $C(s)$ が以下で与えられる場合について, 内部安定性を判定しなさい.



(1) $P(s) = \dfrac{1}{s-1}$　$C(s) = \dfrac{s-1}{s+1}$　　**(2)** $P(s) = \dfrac{1}{s^2-4}$　$C(s) = \dfrac{s-2}{s+1}$

(3) $P(s) = \dfrac{s+1}{s-1}$　$C(s) = \dfrac{1}{s+2}$　　**(4)** $P(s) = \dfrac{1}{s-1}$　$C(s) = \dfrac{1}{5s-1}$

問題 2. 下図に示すフィードバック制御系の安定性を考える．以下の 問 1-7 に答えなさい.



$$P(s) = \frac{s+1}{s-1} \quad C(s) = \frac{1}{s+2} \quad k > 0$$

問 1. $|P(j\omega)|$, $\angle P(j\omega)$ を求め, $P(s)$ のベクトル軌跡を描きなさい.

問 2. $|C(j\omega)|$, $\angle C(j\omega)$ を求め, $C(s)$ のベクトル軌跡を描きなさい.

問 3. 一巡伝達関数 $L(s) = kC(s)P(s)$ を考える．$|L(j\omega)|$, $\angle L(j\omega)$ を求めなさい.

問 4. $L(s)$ のゲイン交差角周波数 ω_{gc} を求めなさい.

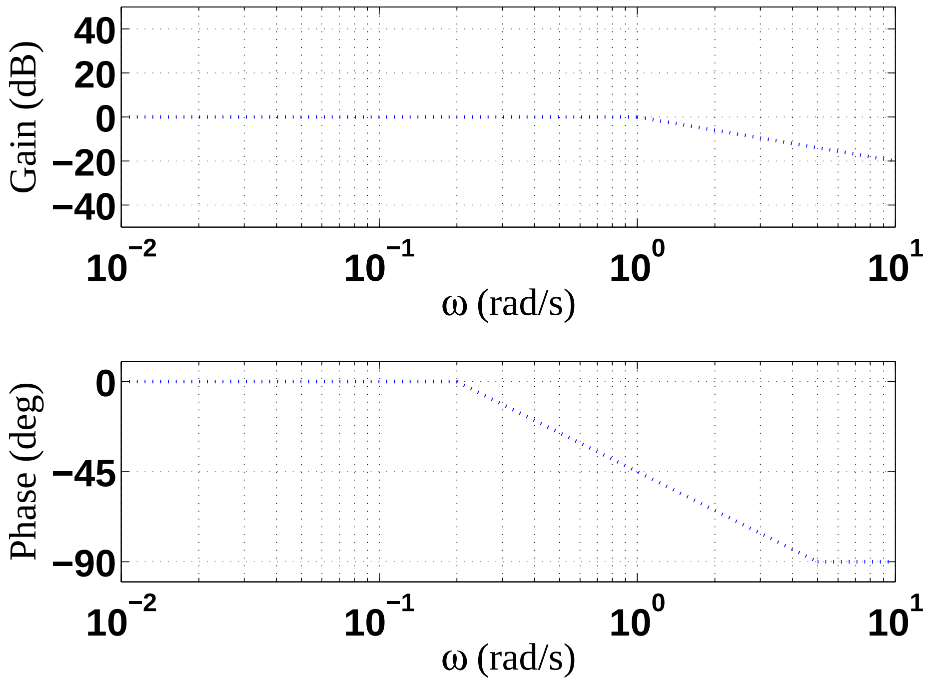
問 5. $k = 3$ とする．$L(s)$ の $\omega = \omega_{gc}$ における位相 $\angle L(j\omega_{gc})$ を求めなさい.

問 6. $k = 3$ とする．$L(s)$ のナイキスト軌跡を描き, このフィードバック制御系の安定性を判別しなさい.

問 7. このフィードバック制御系が安定となる k の範囲を求めなさい.

問題 3. 一巡伝達関数が $L(s) = \dfrac{K}{s(s+1)(5s+1)}$ となる制御系を考える．Bode 線図を用いて，ゲイン余裕が $\mathrm{GM} = 10$ [dB] となるように定数 K を定めたい．以下の 問 1-3 に答えなさい[1]．

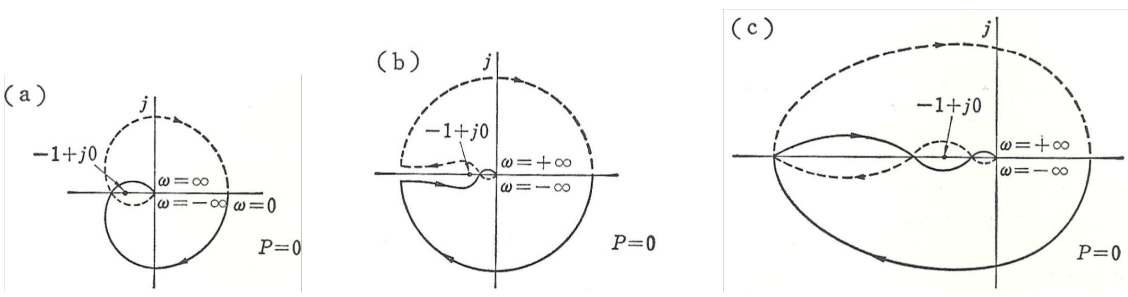
問 1. $L(s)$ の要素のうち，$\dfrac{1}{s+1}$ の Bode 線図の折れ線近似を下図に示す．他の要素 $\dfrac{1}{s}$，$\dfrac{1}{5s+1}$ の Bode 線図を，折れ線近似により書き加えなさい．



問 2. 問 1. の結果を用いて，$L(s)$ の Bode 線図を折れ線近似により描きなさい．

問 3. 問 2. の結果を用いて，ゲイン余裕が $\mathrm{GM} = 10$ [dB] となるような定数 K を求めなさい．

問題 4. 一巡伝達関数 $L(s)$ のナイキスト軌跡が 下図 (a)-(c) で与えられるフィードバック制御系を考える．ナイキストの安定判別法により，制御系の安定性を判別しなさい．ただし，図中の P は $L(s)$ が右半平面上にもつ極の数である．



[1]グラフ用紙は，講義 HP からダウンロードしてください．