

動的システムの解析と制御レポート #5(2021.10.8 出題)

学籍番号: _____

氏名: 解答例

提出切: 10月13日(水)17:00(厳守)、提出先: [ilias] または [機械建設1号棟405室(小林居室)のドアポスト(過去のレポート原本もあれば一緒に提出)] 注意: この用紙に直接記入すること(別紙に記入しないこと)

課題 5 一巡伝達関数が $L(s) = \frac{2}{(10s+1)(s+2)}K(s)$ と与えられる制御系を考える。このとき、以下の(1)~(3)の間に答えよ。

(1) $K(s) = 10$ (P補償) のときステップ応答の定常偏差 $e(\infty)$ を求めよ。また、 $K(s) = \frac{10s+1}{10s}$ (PI補償) のときについても求めよ。ただし、最終値の定理 $e(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} sE(s)$ 及び $E(s) = \frac{1}{1+L(s)}R(s)$ を用いよ。ここで $R(s)$ はステップ関数のラプラス変換 $\frac{1}{s}$ である。(2点)

• $K(s) = 10$ のとき、 $e(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} \left(s \cdot \frac{1}{1 + \frac{20}{(10s+1)(s+2)}} \cdot \frac{1}{s} \right) = \frac{1}{11}$

• $K(s) = \frac{10s+1}{10s}$ のとき、 $e(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} \left(s \cdot \frac{1}{1 + \frac{2}{10s(s+2)}} \cdot \frac{1}{s} \right) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{10s(s+2)}{10s(s+2)+2} = 0$

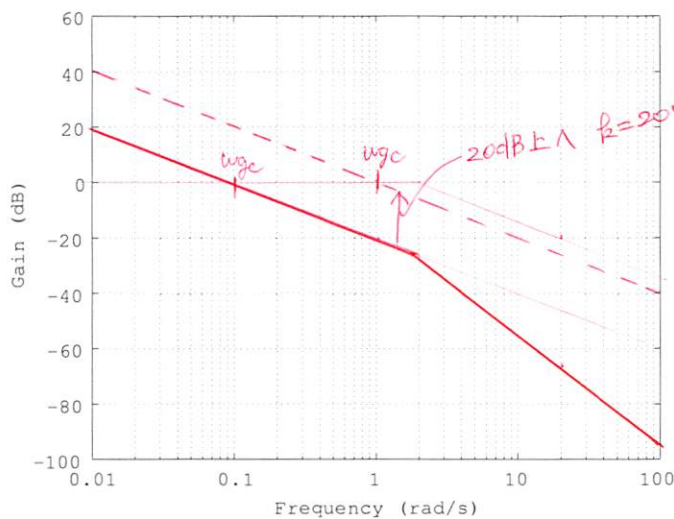
(2) $K(s) = \frac{(10s+1)(s+2)}{2s}$ (PID補償) のとき $L(s)$ のボード線図を折れ線近似によって下図に破線で描き、ゲイン交差角周波数と位相余裕を読み取れ。また、 $K(s) = \frac{10s+1}{10s}$ (PI補償) のとき $L(s)$ のボード線図を折れ線近似によって下図に実線で描き、ゲイン交差角周波数と位相余裕を読み取れ。(2点)

• PID補償: $L(s) = \frac{1}{s}$ $\omega_{gc} = 1 \text{ rad/s}$, $PM = 90^\circ$

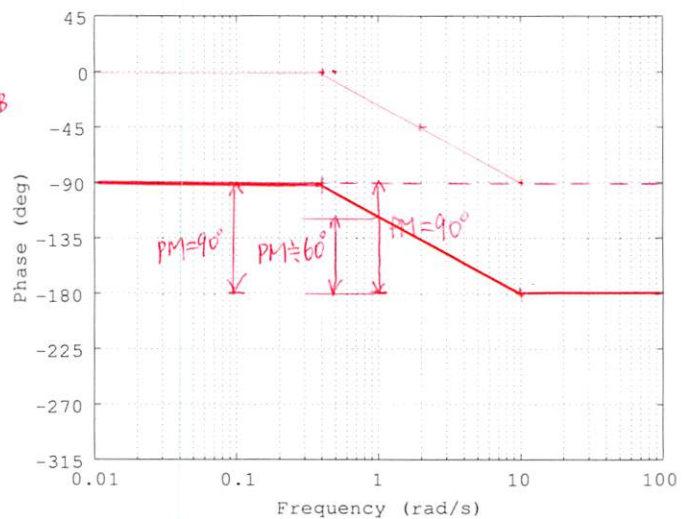
• PI補償: $L(s) = \frac{2}{10s(s+2)} = \frac{1}{10s} \cdot \frac{2}{s+2}$ $\omega_{gc} = 0.1 \text{ rad/s}$, $PM = 90^\circ$

(3) $K(s) = \frac{10s+1}{10s}$ (PI補償) を定数 k 倍してゲイン交差角周波数が(2)のPID補償と同一になるようにしたい。 k を求めよ。またそのときの位相余裕を読み取れ。(2点)

$k = 20 \text{ dB}$ ($k = 10$), $PM = 60^\circ$



$L(s)$ のゲイン線図



$L(s)$ の位相線図