# 2021 年度 制御工学 II 後期 第 8 回レポート (模範解答)

5 年 E 科 番号 _____ 氏名 _____

**[問題 1]**(8 章演習問題【8】)
次の制御対象 $P(s)$ を考える。図 2 のボード線図を用いて，制御器 $K_1$，$K_2(s)$，$K_3(s)$ の補償を用いた場合の系の速度偏差定数 $K_v$，ゲイン交差周波数 $\omega_{gc}$，位相余裕 PM はそれぞれどれだけになるか求めよ。

$$P(s) = \frac{1}{s(s+1)} \tag{1}$$

(1) ゲイン補償 $K_1 = 10$
(2) 位相遅れ補償 $K_2(s) = K_1 \dfrac{10s+1}{100s+1}$
(3) 位相進み補償 $K_3(s) = K_1 \dfrac{5s+10}{s+10}$

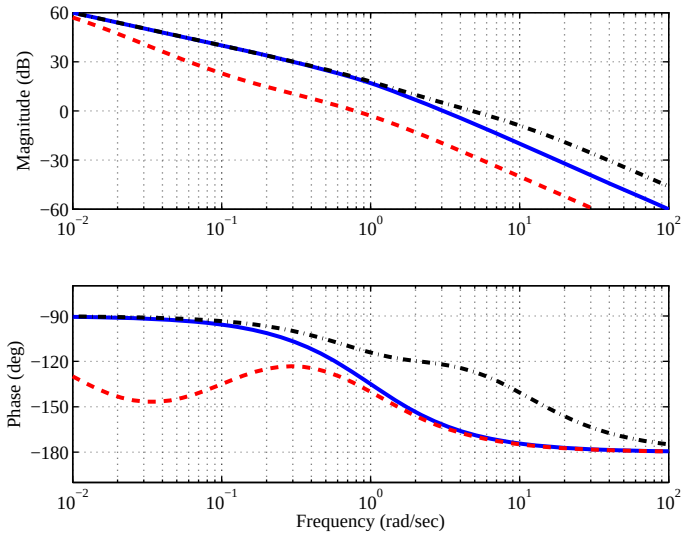


図 1: ボード線図 (実線–:$PK_1$，破線- -:$PK_2$，一点鎖線-.:$PK_3$)

**[解答]**
速度偏差定数 $K_v$ の定義は $K_v = \lim_{s\to 0} sL(s)$ である。

$$(1)\ K_v = \lim_{s\to 0} s\frac{10}{s(s+1)} = \underline{10} \tag{2}$$

$$(2)\ K_v = \lim_{s\to 0} s\frac{10}{s(s+1)}\frac{10s+1}{100s+1} = \lim_{s\to 0}\frac{100s+10}{100s^2+101s+1} = \underline{10} \tag{3}$$

$$(3)\ K_v = \lim_{s\to 0} s\frac{10}{s(s+1)}\frac{5s+10}{s+10} = \lim_{s\to 0}\frac{50s+100}{s^2+11s+10} = \underline{10} \tag{4}$$

ゲイン交差周波数 $\omega_{gc}$, 位相余裕 PM は 図から

$$(1)\quad \underline{\omega_{gc} = 3, \mathrm{PM} \cong 20^\circ,} \tag{5}$$

$$(2)\quad \underline{\omega_{gc} = 0.8, \mathrm{PM} \cong 45^\circ,} \tag{6}$$

$$(3)\quad \underline{\omega_{gc} = 5, \mathrm{PM} \cong 50^\circ} \tag{7}$$

となる。

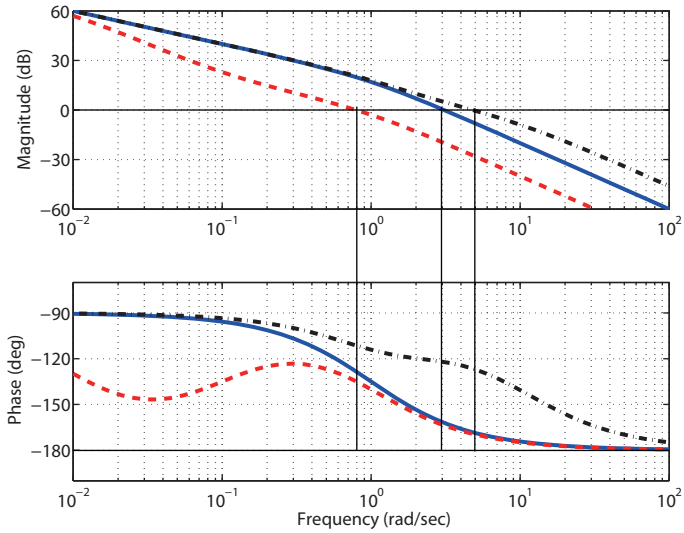


図 2: ボード線図 (実線–:$PK_1$，破線- -:$PK_2$，一点鎖線-.:$PK_3$)

**[問題 2]**

次の制御対象 $P(s)$ を考える。

$$P(s) = \frac{1}{s(s+1)}$$

$P(s)$ のボード線図は図 3 の (X) のようになり，$P(s)$ に対してゲイン補償，位相遅れ補償，位相進み補償を用いたボード線図は (A)〜(C) のいずれかになる。このとき，以下の問に答えよ。

(1) ゲイン補償のゲイン交差周波数 $\omega_{gc}$ [rad/s] を図 3 から求めよ。ただし，近い目盛りの値でよい。

(2) 位相進み補償の位相余裕 PM [deg] を図 3 から求めよ。ただし，近い目盛りの値でよい。

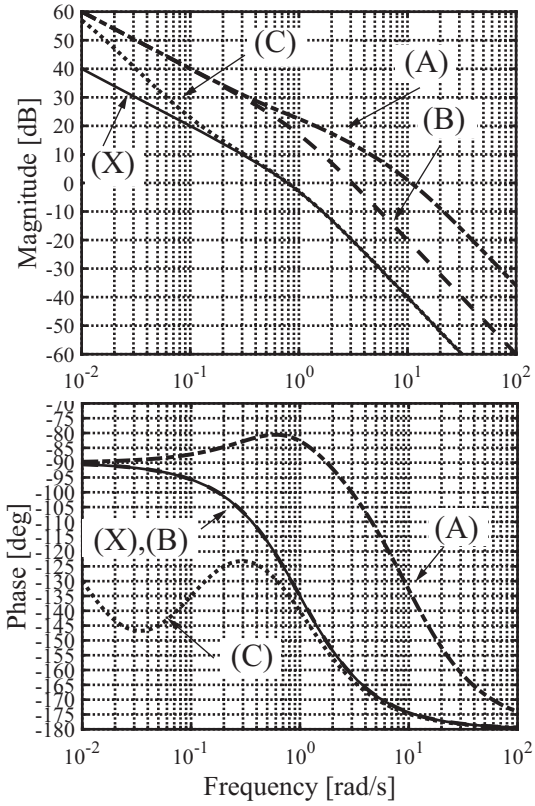


図 3: ボード線図

**[解答]**

(1) ゲイン補償は (B) より <u>3 [rad/s]</u>

(2) 位相進み補償は (A) より，位相は $-130 \sim 135$ [deg] である。よって，

$$-130 - (-180) = 50 \text{ [deg]} \tag{8}$$

$$-135 - (-180) = 45 \text{ [deg]} \tag{9}$$

から <u>$45 \sim 50$ [deg]</u> である。