

制御工学 演習問題(4)

系	学籍番号	氏名

講義内容において、また、これまでの講義内容に関して質問等あれば用紙の余白に記入してください。次週に補足、解説するようにします。

以下の文は、開ループ伝達関数が

$$G_p(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+4)}$$

で与えられるとき、

- ① 単位ランプ入力 ($x(t) = t$, $X(s) = \frac{1}{s^2}$) に対する定常偏差 (定常速度偏差) を 0.1 以内にする.
- ② 位相余裕を 35° 以上にする.

という仕様を、位相遅れ補償によって満たす手順を説明した文章である。ボード線図も参考にして空欄を満たす数値または記号を下の選択肢から選べ。ただし、位相遅れ補償器の伝達関数は

$$G(s) = \frac{\alpha Ts + 1}{Ts + 1}, \quad \alpha < 1$$

である。解答は選択肢の記号のみで良い。

- $K = 1$ のときのボード線図は Fig.1 である.
- 単位ランプ入力に対する定常偏差を求めると、 $\epsilon_v = \boxed{(1)}$ となる。仕様①より $\epsilon_v = 0.1$ となるように K を定めると、 $K = \boxed{(2)}$ となり、このときのボード線図が Fig.2 となる.
- 仕様②を満たすために、ゲイン交差周波数 ω_c を、Fig.2 のボード線図において位相が約 -145° 程度ある $\boxed{(3)}$ [rad/sec] に設定する.
- このときのゲインが Fig.2 のボード線図から約 $\boxed{(4)}$ [dB] と読み取れるので、位相遅れ補償器により高周波領域でのゲインを $\boxed{(4)}$ [dB] 下げ、ゲインを 0[dB] にする。位相遅れ補償器の周波数伝達関数 $G(j\omega)$ から高周波領域でのゲインは $\boxed{(5)}$ であるので、 $20 \log \boxed{(5)} = -\boxed{(4)}$ と定める.
- 位相遅れ補償器の伝達関数 $G(s)$ における位相進み要素の折れ点周波数は、 $\boxed{(6)}$ である。ゲイン交差周波数に影響を与えないように、ゲイン交差周波数の $\frac{1}{10}$ 程度に設定するとして、 $\boxed{(6)} = 0.1 \times \boxed{(3)}$ [rad/sec] とする.
- 以上より、 $G(s)$ の α, T を求めることができ、位相遅れ補償器は

$$G(s) = \frac{12.5s + 1}{125s + 1}$$

となる。このときの位相補償器のボード線図は Fig.3 であり、位相遅れ補償を加えた開ループ伝達関数のボード線図は Fig.4 となる。

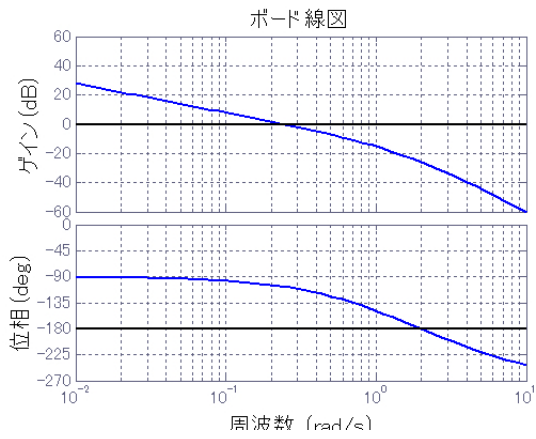


Fig.1

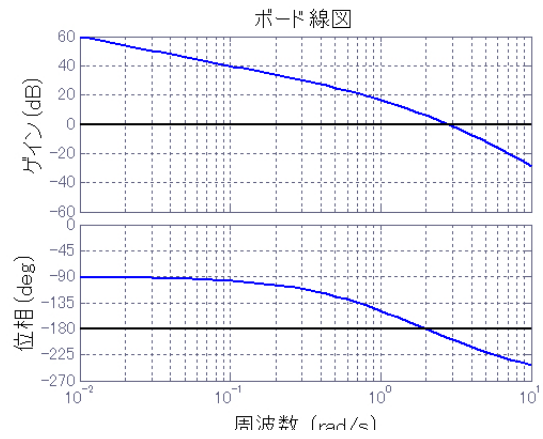


Fig.2

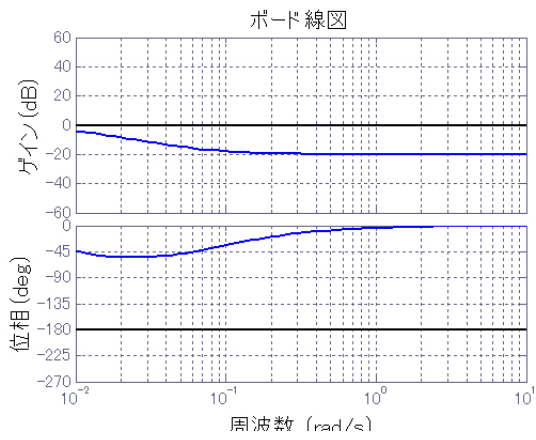


Fig.3

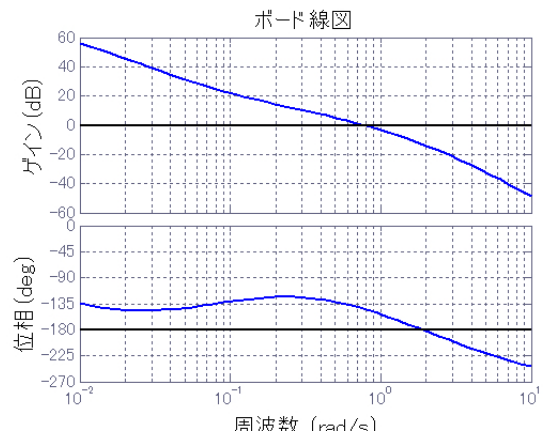


Fig.4

【選択肢】

- | | | | | | |
|----------------|------------------------|--------------------------|------------|-------------------|-------------------|
| (a) -20 | (b) -1 | (c) 0 | (d) 0.08 | (e) 0.8 | (f) 1 |
| (g) 8 | (h) 20 | (i) 40 | (j) 200 | (k) 400 | (l) α |
| (m) αT | (n) $\frac{1}{\alpha}$ | (o) $\frac{1}{\alpha T}$ | (p) $4K$ | (q) $\frac{K}{4}$ | (r) $\frac{4}{K}$ |