

「制御工学」第9回

ボード線図のゲイン特性の描き方

(2016-06-17)

ボード線図のゲイン特性の描き方

実際の制御系の周波数応答とゲイン
 各要素のゲイン特性 (分子)
 ゲイン特性 (分子) の折れ線近似
 ゲイン特性 (分母) の折れ線近似
 ボード線図の折れ線近似 (まとめ)

実際の制御系の周波数応答とゲイン

〈実際の制御系の周波数応答〉

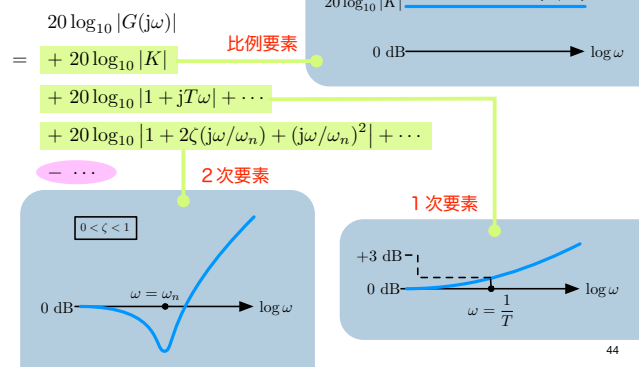
$$G(j\omega) = \frac{K \prod (1 + jT\omega) \prod [1 + 2\zeta(j\omega/\omega_n) + (j\omega/\omega_n)^2]}{(j\omega)^N \prod (1 + jT\omega) \prod [1 + 2\zeta(j\omega/\omega_n) + (j\omega/\omega_n)^2]} e^{-j\omega L}$$

〈ゲイン〉

$$20 \log_{10} |G(j\omega)| = \begin{aligned} & 20 \log_{10} |K| + 20 \log_{10} |1 + jT\omega| + \dots && \text{分子} \\ & + 20 \log_{10} |1 + 2\zeta(j\omega/\omega_n) + (j\omega/\omega_n)^2| + \dots && \\ & - 20 \log_{10} |(j\omega)^N| - 20 \log_{10} |1 + jT\omega| - \dots && \text{分母} \\ & - 20 \log_{10} |1 + 2\zeta(j\omega/\omega_n) + (j\omega/\omega_n)^2| - \dots && \\ & + 20 \log_{10} |e^{-j\omega L}| && \text{むだ時間要素} = 0 \text{ dB} \end{aligned}$$

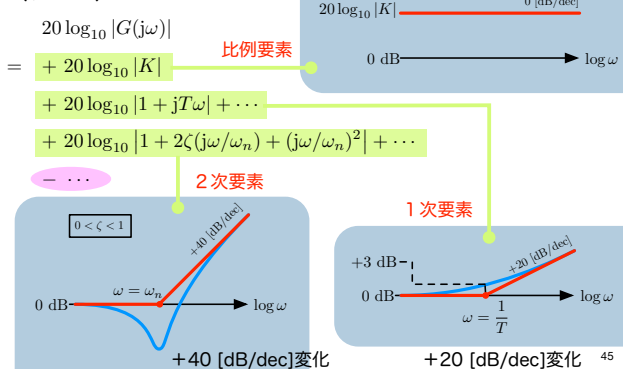
各要素のゲイン特性 (分子)

〈ゲイン〉



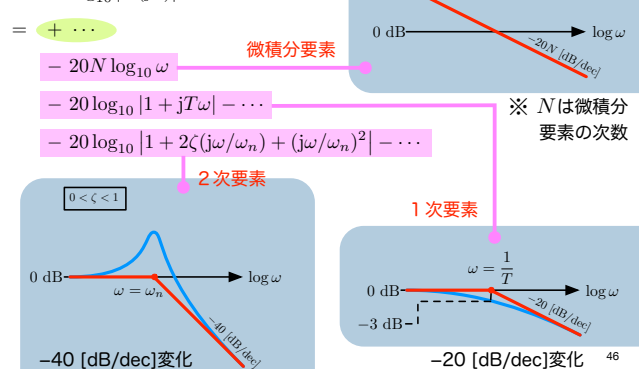
ゲイン特性 (分子) の折れ線近似

〈ゲイン〉



ゲイン特性 (分母) の折れ線近似

$20 \log_{10} |G(j\omega)|$



ボード線図の折れ線近似 (まとめ)

区分的に直線で近似

piecewise linear approximation

- ボード線図のゲイン特性のみ
(位相特性にも折れ線近似のやり方があるが、一致が良くない)
- 直線の傾き …… 20 [dB/dec] 単位
- 折れ点周波数 = 直線の傾きが変わる周波数
 - 微積分要素 0 [rad/s] …… 便宜的
 - 1 次要素 $1/T$ [rad/s] …… 分子: +20, 分母: -20 [dB/dec]
 - 2 次要素 ω_n [rad/s] …… 分子: +40, 分母: -40 [dB/dec]

1 次要素の折れ点周波数

$$1 + j\omega T$$

実部と虚部が等しくなる角周波数

$$1 = \omega T$$

$$\omega = \frac{1}{T}$$