

<11回>制御ループの安定性について学ぶ(教科書第4章 p.38 - p.48)。2022/11/9 1限配布

1巡伝達関数：フィードバック制御のループで1巡するときの伝達関数 $G_c G_p$

G_c は制御器の伝達関数

$$\text{PID 制御では } G_c = M(s) = k \left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right)$$

G_p はプロセスの伝達関数

$$G_p = \frac{C(s)}{M(s)}$$

定常発振の条件：1巡伝達関数の周波数応答でゲイン=1、位相 $-\pi$

安定な条件

ゲイン=1で位相が $-\pi$ より正の側の値になる(位相が $-\pi$ に到達しない)。

位相が $-\pi$ のときゲインが1より小さい。

P制御で理想的1段かくはん槽トレーサ濃度制御の比例定数(ゲイン) k を上げる

$$G_c G_p = k \times 1 / (1 + T s)$$

T はかくはん槽の時定数

位相 = $-\text{atan}(\omega T)$: $0 \sim -\pi/2$ の範囲で位相が $-\pi$ に到達しない。

P制御で理想的等体積2段かくはん槽トレーサ濃度制御の比例定数(ゲイン) k を上げる

$$G_c G_p = k \times 1 / (1 + T s)^2$$

T はかくはん槽の時定数

位相 = $-2 \times \text{atan}(\omega T)$: $0 \sim -\pi$ の範囲で位相が $-\pi$ に到達しない。

P制御で理想的等体積3段かくはん槽トレーサ濃度制御の比例定数(ゲイン) k を上げる

$$G_c G_p = k \times 1 / (1 + T s)^3$$

T はかくはん槽の時定数

位相 = $-3 \times \text{atan}(\omega T)$: ω が大きくなると位相が $-\pi$ を超える。 k が大きいと不安定になる領域ができる。

P制御で1段かくはん槽+むだ時間 L があるときトレーサ濃度制御の比例定数(ゲイン) k を上げる

$$G_c G_p = k \times \exp(-Ls) / (1 + T s)$$

T はかくはん槽の時定数

位相 = $-\text{atan}(\omega T) - \omega L$: ω が大きくなると位相が $-\pi$ を超える。 k が大きいと不安定になる領域ができる。

PID 制御のパラメータ調整法について

限界感度法

P 制御にする

比例ゲインを上げて定常発振させる

発振したときの比例ゲイン K_p と振動周期 P_u を記録する

振動周期の求め方

1) 時間と出力のグラフから求める

2) 1 巡伝達関数のボード線図から、定常発振時の位相 $\phi = -\pi$ [rad] = -180 度あるいはゲイン = 1 (=0dB) のところの ω を読み取る $P_u = 2\pi/\omega$