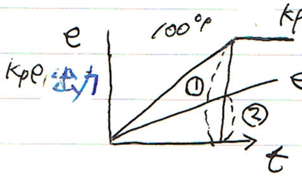
自動制御

PID制御　$m = K_P\left(e + \frac{1}{T_I}\int e\,dt + T_D\frac{de}{dt}\right)$

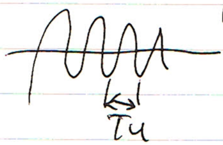
比例帯　PB $= \frac{1}{K_P} \times 100$ [%] ‥‥（出力が0〜100%変化するのに要する入力変化幅）



$PB = \frac{e}{K_P \times e} = \frac{②}{①} = \frac{1}{ゲイン}$

	P	I	D
P	2PBu	—	—
PI	2.2PBu	0.83Tu	—
PID	1.7PBu	0.5Tu	0.125Tu

by 横河電機



限界 PBu
比例帯

伝達関数　$\frac{前向き}{1+(一巡)}$ ‥‥ 極性も反映する

特性方程式：$1 + G(s)H(s) = 0$　$1 + \frac{Nu}{De}$ とすると

特定方程式の根とは　$De + Nu = 0$

安定判別

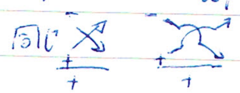
＜ラウスの方法＞

係数 $a_0 \quad a_1 \quad a_2 \quad a_3 \quad a_4$

$(1+GH=0)$ 特性方程式 $s^4+s^3+2s^2+2s+3=0$

① すべての係数が存在
② 〃 が同符号
③ ラウス列 が 〃

a_0	a_2	a_4	1	2	3
a_1	a_3	a_5	1	2	0
$\dfrac{a_1a_2-a_0a_3}{a_1}$	$\dfrac{a_1a_4-a_0a_5}{a_1}$		0	+3	
			−3		



＜フルビッツの安定判別＞

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 \\ a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 \\ 0 & a_0 & a_2 \end{vmatrix}$$

$n-1$ までの行列式がすべて正

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 1 & 2 & 3 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 2 & 4 & 0 \\ 1 & 3 & 5 \\ 0 & 2 & 4 \\ 0 & 1 & 3 \end{vmatrix}$$

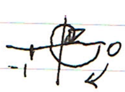
＜極と根が同じ場合＞

閉ループ伝達関数の根が負であれば安定。

$2 \quad 2 \quad 24-(20+16) = -12$

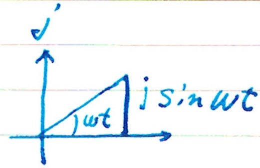
＜ナイキストの安定判別＞

GHのベクトル軌跡 $0\to\infty$ が $(-1, j0)$ を左にみれば安定



$$\mathcal{L}[f'(t)] = sF(s) + f(0)$$

$$e^{j\omega t} = \cos\omega t + j\sin\omega t \Leftrightarrow$$

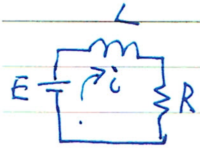


$$e^{-at} \qquad \frac{1}{a+s}$$

$$e^{-at}f(t) \qquad F(s+a)$$

$$\boxed{\sin\omega t \qquad \frac{\omega}{s^2+\omega^2}} \qquad \cos\omega t \qquad \frac{s}{s^2+\omega^2}$$

過渡現象



$$E = i(t)R + L\frac{di(t)}{dt}$$

$$\frac{R}{L}\left(\frac{E}{R} - i(t)\right) = \frac{di(t)}{dt}$$

$$-\frac{R}{L}dt = \frac{di(t)}{i(t) - \frac{E}{R}}$$

両辺を積分

$$-\frac{R}{L}t + A = \log\left|i(t) - \frac{E}{R}\right| + B$$

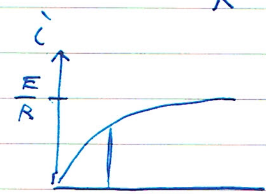
両辺にeを適用 :

$$e^{-\frac{R}{L}t} \cdot e^{A} = \left(i(t) - \frac{B}{R}\right)e^{B}$$

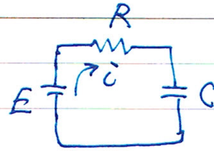
$t=0$のとき $i=0$

$$i(t) = \frac{E}{R}\left(e^{-\frac{R}{L}t} - 1\right)$$

$$t = \frac{L}{R}$$



$$\boxed{\tau = \frac{L}{R}}$$



$$Q = CV$$

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

$$E = i(t)R + \frac{Q(t)}{C}$$

$$E = R\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{C}q(t)$$

$$CE - q(t) = CR\frac{dq(t)}{dt}$$

$$-\frac{1}{CR}dt = \frac{dq(t)}{q(t) - CE}$$

$$-\frac{t}{CR} + A = \log\left|q(t) - CE\right| + B$$

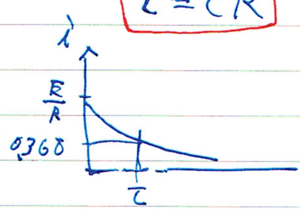
$$e^{-\frac{t}{CR}} \cdot e^{A} = (q(t) - CE) \cdot e^{B}$$

$t=0$のとき $q=0$

$$q(t) = CE\left(1 - e^{-\frac{t}{CR}}\right)$$

$$i(t) = \frac{E}{R}e^{-\frac{t}{CR}}$$

$$\boxed{\tau = CR}$$



$$\int \frac{1}{X}dx = \log|X| + C$$

定数係数1階線形微分方程式

$$\frac{dy}{dx} + ay = Q(x)$$

e^{ax}を掛けると.

$$e^{ax}\frac{dy}{dx} + a e^{ax} y = e^{ax} Q(x)$$

(公式)

$$\frac{d}{dx} f(x)g(x) = f'(x)g(x) + f(x)g'(x)$$

$$\frac{d}{dx}(y e^{ax}) = e^{ax} Q(x)$$

積分すると

$$y e^{ax} = \int e^{ax} Q(x)\, dx + C$$

e^{-ax}を掛けて

$$y = e^{-ax}\left(\int e^{ax} Q(x) dx + C\right)$$

$$\frac{dy}{dx} + ay = 0$$ 同次方程式

(変数分離形)

$$\frac{dy}{dx} = -ay$$

$$\frac{dy}{y} = -a\,dx$$

$$\log y = -ax + C$$

$$y = e^{-ax} \cdot C'$$

ラプラス変換

$$\frac{dy}{dx} \leftrightarrow sY(s) - Y(0) \qquad 1 \Leftrightarrow \frac{1}{s}$$

$$e^{at} \leftrightarrow \frac{1}{s-a} \qquad t \Leftrightarrow \frac{1}{s^2}$$

$$\frac{dy}{dx} + ay = 0 \Rightarrow sY(s) - Y(0) + aY(s) = 0$$

$$y(t) = y(0) e^{-at} \Leftarrow Y(s) = \frac{Y(0)}{s+a}$$