LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

Ts. Nguyễn H. Nam

Email: nam.nguyenhoai@hust.edu.vn

Office: 312-C9

Web: https://sites.google.com/view/n2c/home

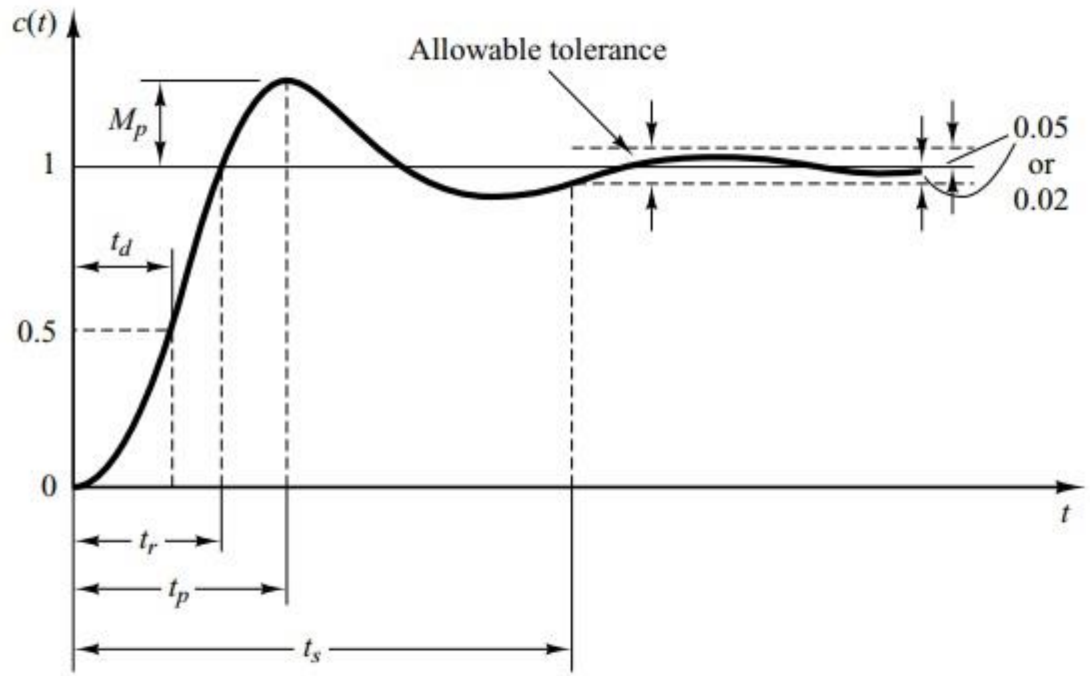
2.3 Phân tích hệ thống

- $G(s) = \frac{b_0+b_1 s+\cdots+b_m s^m}{a_0+a_1 s+\cdots+a_n s^n} = \frac{B(s)}{A(s)} \quad (m \le n)$
- Ổn định:
- Sai lệch tĩnh, thời gian quá độ, độ quá điều chỉnh
- Tính bền vững

2.3 Phân tích hệ thống

- ***Tính ổn định***
    - $A(s) = a_0 + a_1 s + \cdots + a_n s^n$
- Điểm cực: $A(s_k) = 0$
- Đa thức $A(s)$ được gọi là đa thức Hurwitz nếu tất cả các điểm cực s_k nằm bên trái trục ảo

2.3 Phân tích hệ thống



2.3 Phân tích hệ thống

- ***Tiêu chuẩn Routh:*** $A(s) = a_0 + a_1 s + \cdots + a_n s^n$

a_0	a_2	a_4	$\cdots$
a_1	a_3	a_5	$\cdots$
$\gamma_1 = \frac{a_1 a_2 - a_0 a_3}{a_1}$	$\beta_1 = \frac{a_1 a_4 - a_0 a_5}{a_1}$	$\lambda_1 = \frac{a_1 a_6 - a_0 a_7}{a_1}$	$\cdots$
$\gamma_2 = \frac{\gamma_1 a_3 - a_1 \beta_1}{\gamma_1}$	$\beta_2 = \frac{\gamma_1 a_5 - a_1 \lambda_1}{\gamma_1}$	$\vdots$	$\cdots$
$\vdots$			

- Điều kiện cần và đủ để hệ ổn định là các hệ số $a_i > 0$ và các hệ số trong cột đầu cùng dấu thì hệ ổn định
- Số điểm cực có phần thực dương bằng số lần đổi dấu của các hệ số ở cột 1.

2.3 Phân tích hệ thống

$$H = \begin{pmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & a_7 & \cdots \\ a_0 & a_2 & a_4 & a_6 & \cdots \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 & \cdots \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 & \cdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix}_{(n \times n)}$$

- ***Tiêu chuẩn Hurwitz***

Xác định các ma trận vuông H_i, $i = 1, 2, \dots, n$

$$H_1 = a_1, \quad H_2 = \begin{pmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{pmatrix}, \quad H_3 = \begin{pmatrix} a_1 & a_3 & a_5 \\ a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 \end{pmatrix}, \quad H_4 = \begin{pmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & a_7 \\ a_0 & a_2 & a_4 & a_6 \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 \end{pmatrix}, \dots.$$

Tính định thức $D_i = \det(H_i)$, $i = 1, 2, \dots, n$.

Đa thức $A(s)$ Hurwitz khi và chỉ khi các giá trị trong dãy:

$$a_0, \; D_1, \; \frac{D_2}{D_1}, \; \frac{D_3}{D_2}, \; \dots, \; \frac{D_n}{D_{n-1}}$$

cùng dấu và khác 0.

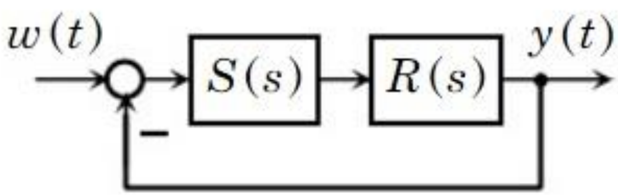
2.3 Phân tích hệ thống

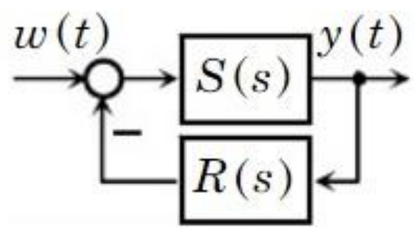
- Hàm truyền đạt hệ hở: $G_h(s) = S(s)R(s)$

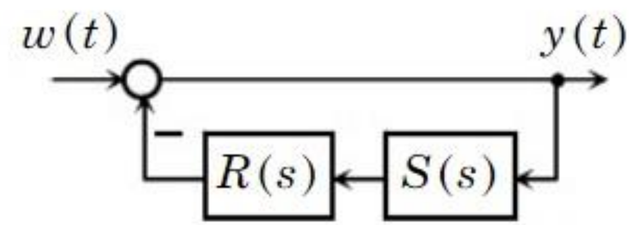
– Phản hồi thực (phản hồi đơn vị): $G(s) = \dfrac{R(s)S(s)}{1 + R(s)S(s)}$

– Điều khiển phản hồi: $G(s) = \dfrac{S(s)}{1 + R(s)S(s)}$

– Điều khiển thực (truyền thẳng đơn vị): $G(s) = \dfrac{1}{1 + R(s)S(s)}$







2.3 Phân tích hệ thống

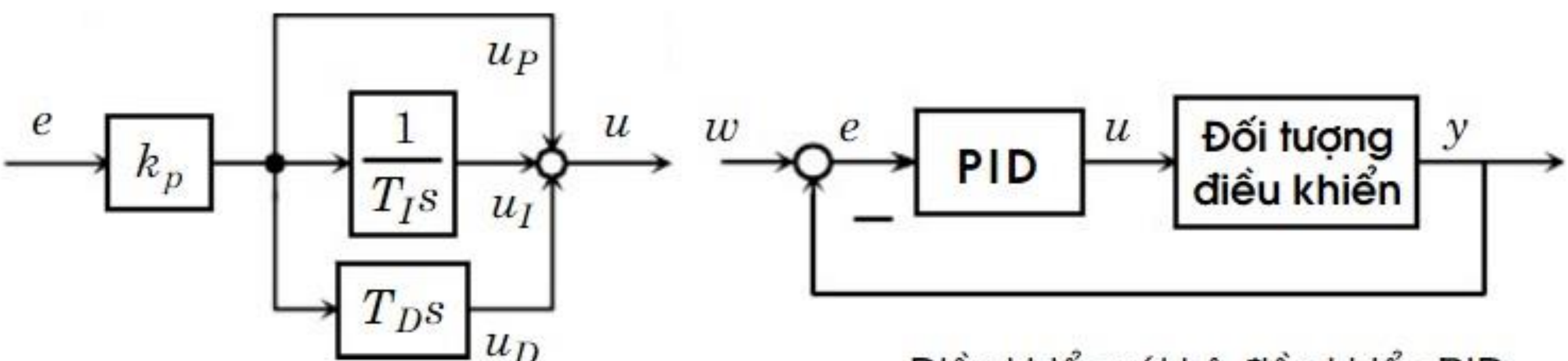
- Vẽ $G_h(\mathrm{j}\omega)$ trong mặt phẳng phức
- ***Tiêu chuẩn Nyquist 1***
- Nếu hệ hở ổn định, hệ kín sẽ ổn định khi và chỉ khi và $G_h(\mathrm{j}\omega)$ không đi qua và không bao điểm $-1 + \mathrm{j}0$.
- ***Tiêu chuẩn Nyquist 2***
- Nếu hệ hở không ổn định và có số điểm cực không nằm bên trái trục ảo là *m* thì điều kiện cần và đủ để hệ kín ổn định là $G_h(\mathrm{j}\omega)$ bao điểm $-1 + \mathrm{j}0$ đúng *m* vòng theo chiều ngược kim đồng hồ

2.3 Phân tích hệ thống

- **Độ dự trữ ổn định biên độ**
- $L(\omega) = 20\log|G_h(\mathrm{j}\omega)|$
- $\varphi(\omega) = \arctan\left(\frac{Im}{Re}\right)$
- $\varphi(\omega_p) = -\pi$
- $\Delta_g = -20log|G_h(\mathrm{j}\omega_p)|$
- **Độ dự trữ ổn định pha**
- $L(\omega_g) = 0$
- $\Delta_p = \varphi(\omega_g) + \pi$

2.4 Các phương pháp thiết kế bộ điều khiển

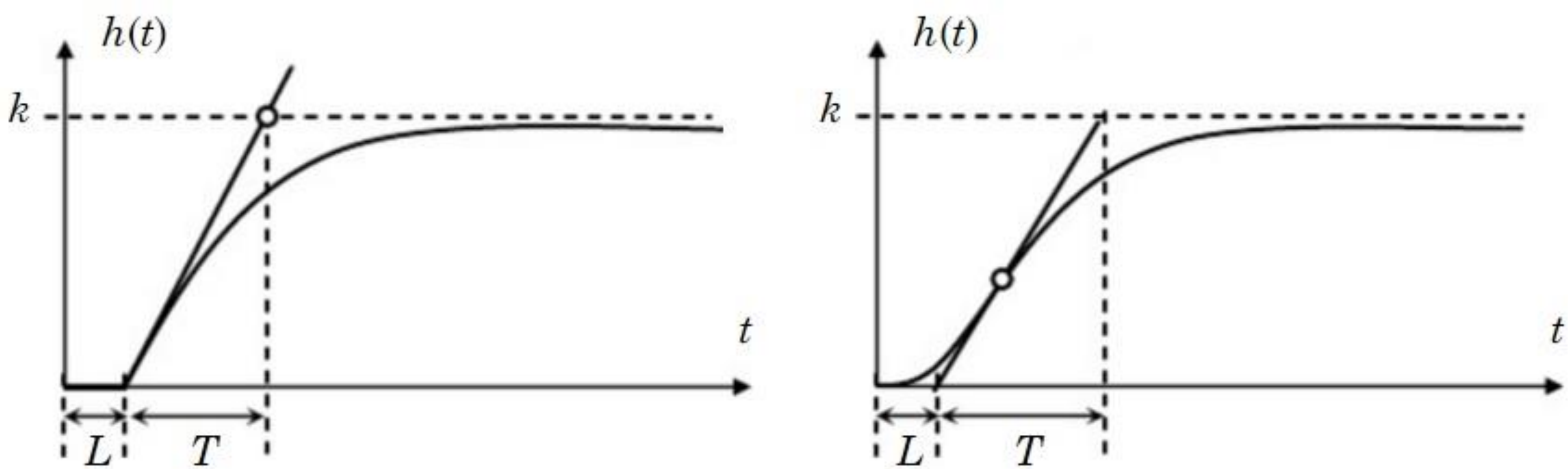
- $u(t) = k_p \left[e(t) + \frac{1}{T_I} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_D \frac{de(t)}{dt} \right]$
- $R(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = k_p (1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s)$



Điều khiển với bộ điều khiển PID

2.4 Các phương pháp thiết kế bộ điều khiển

- ***Phương pháp Ziegler-Nichols***
- Đối tượng điều khiển có thể được xấp xỉ bởi mô hình:
- $S(s) = \frac{ke^{-Ls}}{1+Ts}$



2.4 Các phương pháp thiết kế bộ điều khiển

- $R(s) = k_p$:
- $k_p = \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{kL}}$
- $R(s) = k_p(1 + \frac{1}{T_I s})$:
- $k_p = \frac{0{,}9\mathrm{T}}{\mathrm{kL}}; T_I = \frac{10}{3}L$
- $R(s) = k_p\left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s\right)$:
- $k_p = \frac{1{,}2\mathrm{T}}{\mathrm{kL}}; T_I = 2L; T_D = \frac{L}{2}$

2.4 Các phương pháp thiết kế bộ điều khiển

- ***Phương pháp tối ưu độ lớn***
- $S(s) = \frac{k}{1+Ts}$
- $R(s) = \frac{k_p}{T_I s}$
- $\frac{k_p}{T_I} = \frac{1}{2kT}$

2.4 Các phương pháp thiết kế bộ điều khiển

- $S(s) = \frac{k}{(1+T_1 s)(1+T_2 s)\ldots(1+T_n s)}$
- T_i rất nhỏ
- $T = \sum T_i$
- $S(s) \approx \frac{k}{1+Ts}$
- $R(s) = \frac{k_p}{T_I s}$
- $\frac{k_p}{T_I} = \frac{1}{2kT}$

2.4 Các phương pháp thiết kế bộ điều khiển

- ***Phương pháp tối ưu đối xứng***
- $S(s) = \frac{k}{s(1+sT_1)}$
- $R(s) = k_p(1 + \frac{1}{sT_I})$
- $G_h(s) = RS$
- $\frac{d\varphi}{d\omega}(\omega_c) = 0$
- $|G_h(j\omega_c)| = 1$
- $T_I = aT_1 \quad (a > 1)$
- $k_p = \frac{1}{kT_1\sqrt{a}}$