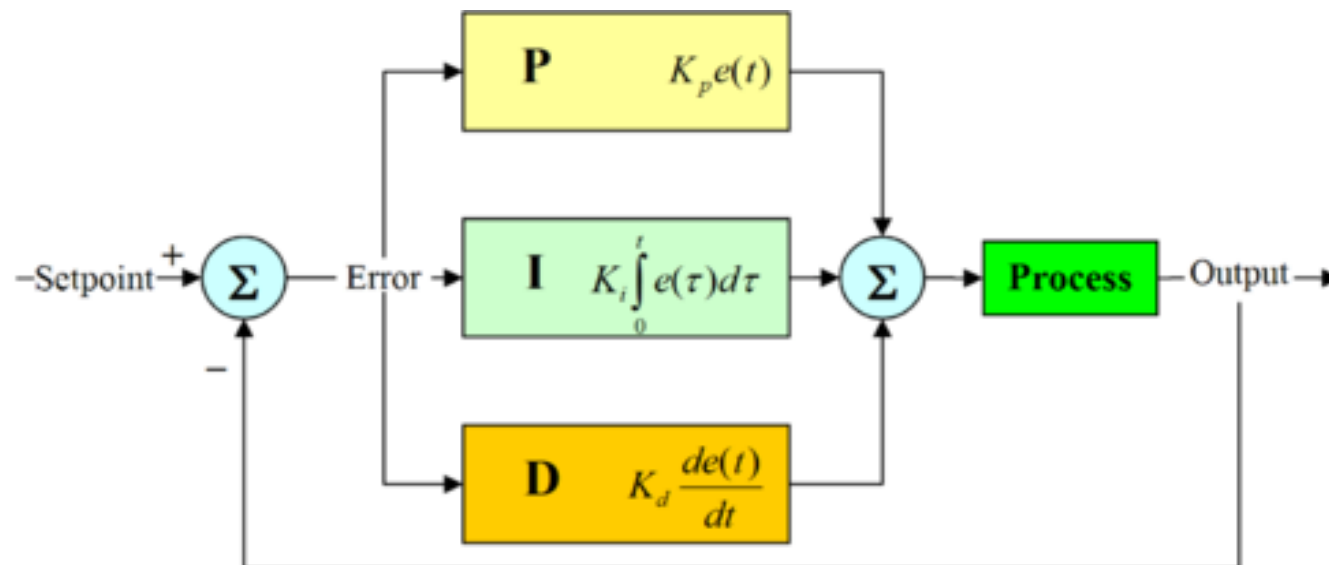
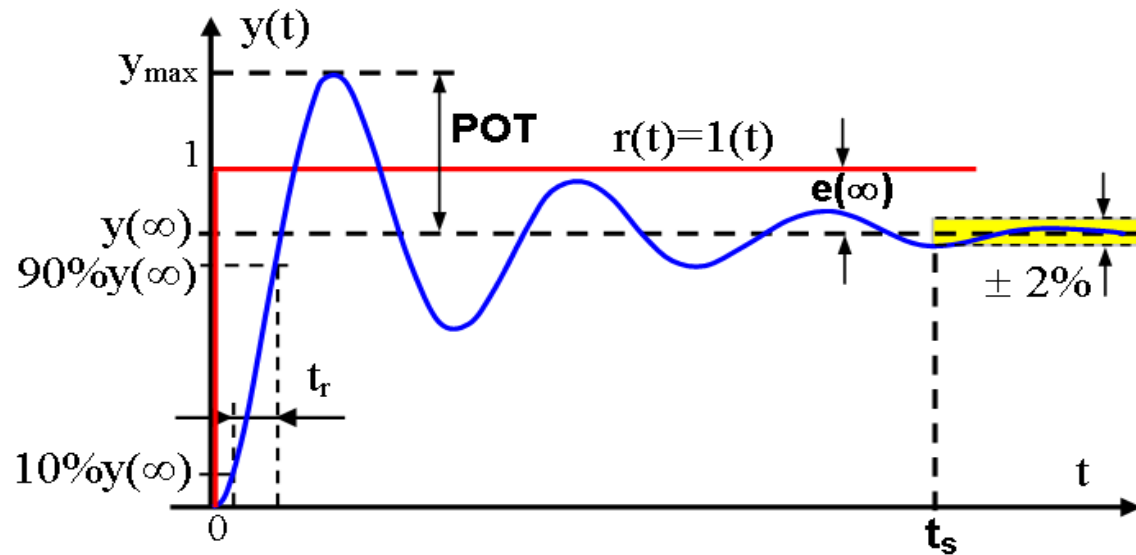


PID Controller

PID CONTROLLER



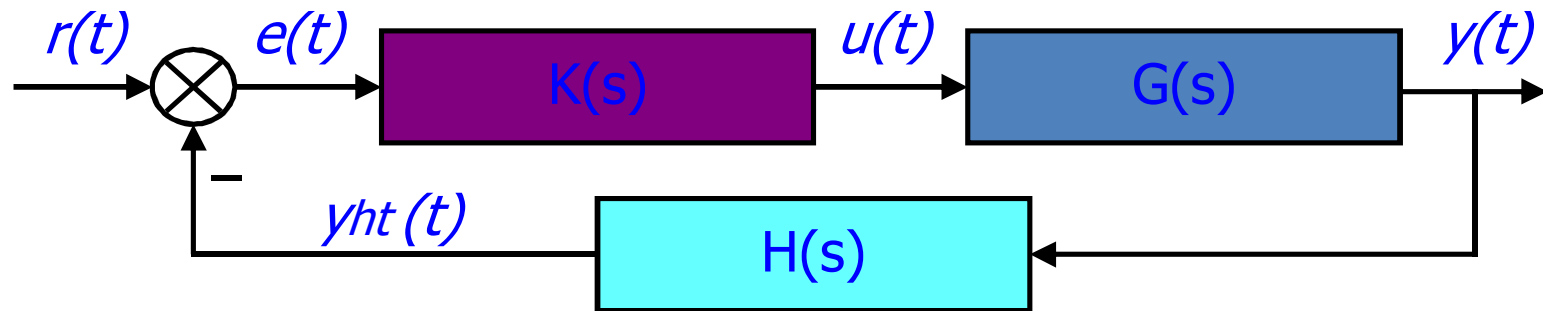
PID Controller



Mục tiêu điều khiển :

- ◆ Triệt tiêu sai số xác lập.
- ◆ Giảm thời gian xác lập và độ vọt lố.
- ◆ Hạn chế dao động.

PID Controller



Chất lượng hệ thống :

◆ Sai số của hệ thống :

$$\begin{aligned} E(s) &= R(s) - Y(s)H(s) \\ &= R(s) - E(s)K(s)G(s)H(s) \\ \Rightarrow E(s) &= \frac{R(s)}{1 + K(s)G(s)H(s)} \end{aligned}$$

◆ Sai số xác lập :

$$e(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s.E(s)$$

PID Controller

Nhận xét :

- ◆ Sai số xác lập không chỉ phụ thuộc vào cấu trúc và thông số của hệ mà còn phụ thuộc vào tín hiệu vào.
- ◆ Sai số xác lập phụ thuộc vào số lượng khâu lí tưởng có trong hàm truyền hở $G(s)H(s)$:
 - ◆ Hệ không có khâu tích phân : luôn có sai số xác lập.
 - ◆ 1 khâu tích phân : $e_{xl} = 0$ với tín hiệu vào là hàm nấc.
 - ◆ 2 khâu tích phân : $e_{xl} = 0$ với hàm dốc và hàm nấc.
 - ◆ 3 khâu tích phân : $e_{xl} = 0$ với hàm dốc, hàm nấc và hàm parabol.
 - ◆ Hệ có n khâu tích phân lí tưởng gọi là hệ vi sai bậc n .
- ◆ Sai số xác lập :

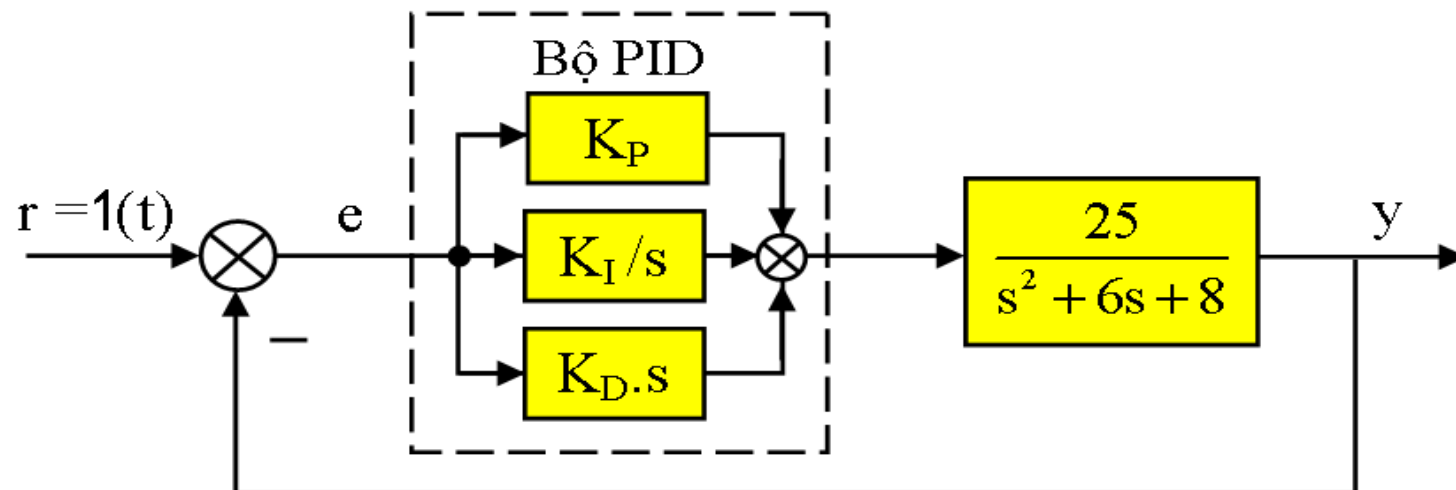
PID Controller

PID (Proportional Integral Derivative Controller):

- ◆ Bộ điều khiển hồi tiếp vòng kín được sử dụng nhiều nhất trong công nghiệp.
- ◆ Là sự kết hợp của 3 bộ điều khiển : tỉ lệ, tích phân và vi phân.
- ◆ Có khả năng làm triệt tiêu sai số xác lập, tăng tốc độ đáp ứng, giảm độ vọt lố nếu thông số của bộ điều khiển được lựa chọn thích hợp.

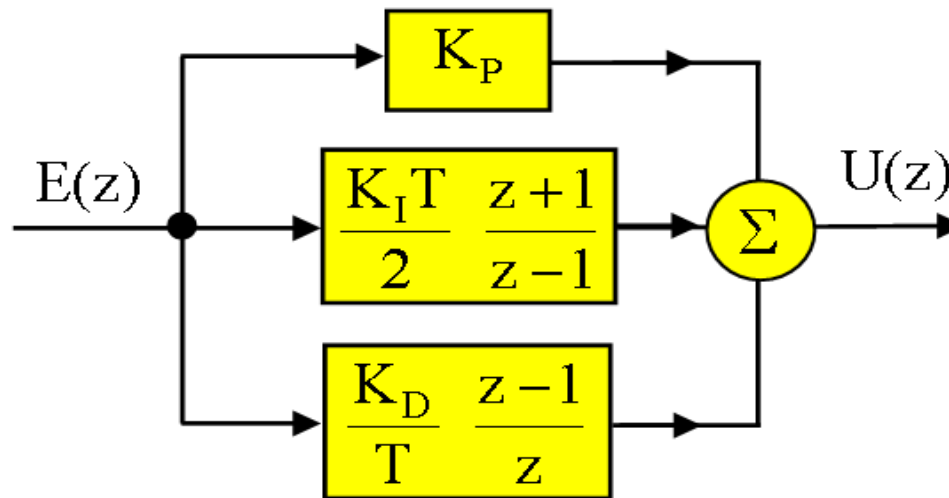
PID Controller

Bộ điều khiển PID liên tục :



PID Controller

Bộ điều khiển PID số (rời rạc) :

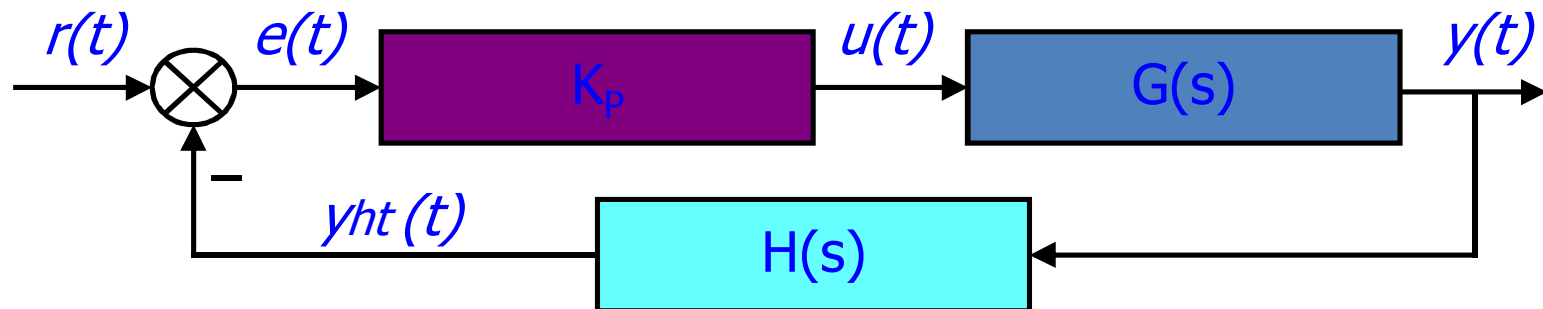


PID Controller

Khâu tỉ lệ (Proportional) :

- ◆ Hàm truyền : $K(s) = K_p$.
- ◆ Đặc tính thời gian : $Y(s) = K_p \cdot G(s) \cdot E(s)$.

◆ Sai số hệ thống :
$$E(s) = \frac{R(s)}{1 + K_p G(s) H(s)}$$



PID Controller

Nhận xét :

- ◆ K_p càng lớn thì tốc độ đáp ứng càng nhanh.
- ◆ K_p càng lớn thì sai số xác lập càng nhỏ (nhưng không thể triệt tiêu).
- ◆ K_p càng lớn thì các cực của hệ thống có xu hướng di chuyển ra xa trục thực \Rightarrow Hệ thống càng dao động và độ vọt lố càng cao.
- ◆ Nếu K_p tăng quá giá trị giới hạn thì hệ thống sẽ dao động không tắt dần \Rightarrow mất ổn định.

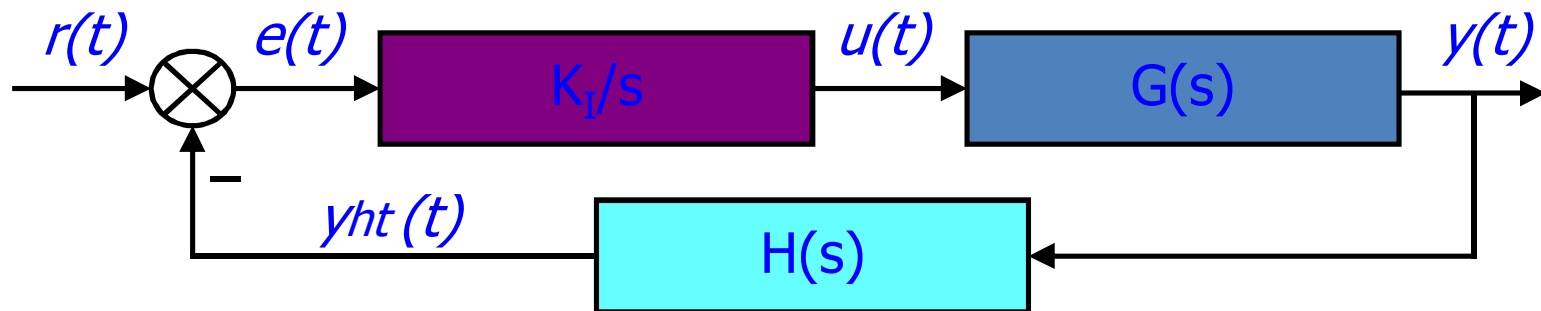
PID Controller

Khâu tích phân (Integration) :

◆ Hàm truyền : $K(s) = K_I/s$.

◆ Đặc tính thời gian : $Y(s) = K_I.G(s).E(s)/s$.

◆ Sai số hệ thống :
$$E(s) = \frac{s.R(s)}{s + K_I G(s)H(s)}$$



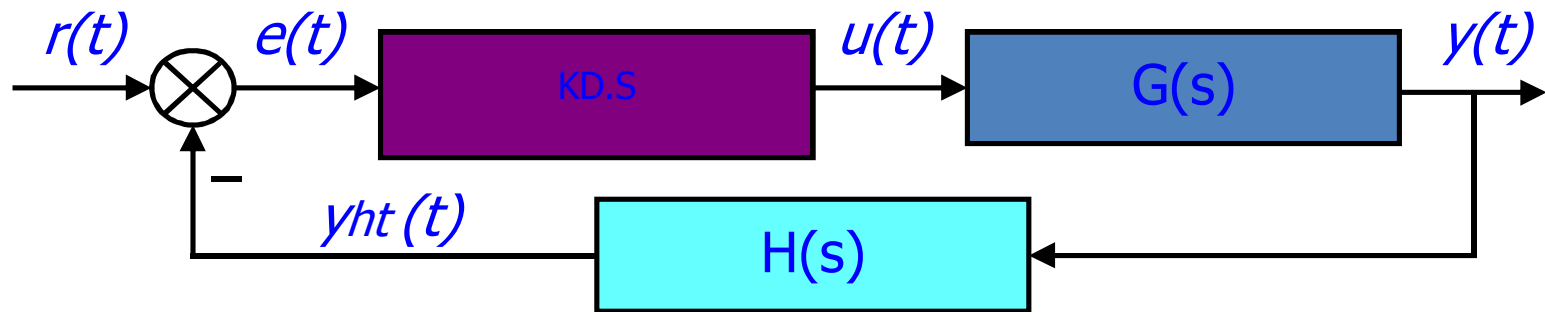
PID Controller

Nhận xét :

- ◆ Tín hiệu ngõ ra được xác định bởi sai số.
- ◆ K_I càng lớn thì đáp ứng quá độ càng chậm.
- ◆ K_I càng lớn thì sai số xác lập càng nhỏ. Đặc biệt hệ số khuếch đại của khâu tích phân bằng vô cùng khi tần số bằng 0 \Rightarrow triệt tiêu sai số xác lập với hàm nấc.
- ◆ K_I càng lớn thì độ vọt lố càng cao.

PID Controller

Khâu vi phân (Derivative) :



◆ Hàm truyền : $K(s) = K_D.s$.

◆ Đặc tính thời gian : $Y(s) = K_D.G(s).E(s).s$.

◆ Sai số hệ thống :
$$E(s) = \frac{R(s)}{1 + s.K_D G(s)H(s)}$$

PID Controller

Nhận xét :

- ◆ K_D càng lớn thì đáp ứng quá độ càng nhanh.
- ◆ K_D càng lớn thì độ vọt lố càng nhỏ.
- ◆ Hệ số khuếch đại tại tần số cao là vô cùng lớn nên khâu hiệu chỉnh D rất nhạy với nhiễu tần số cao.
- ◆ Khâu vi phân không thể sử dụng một mình mà phải dùng kết hợp với các khâu P hoặc I.

Control System

Bộ điều khiển PID :

◆ Kết hợp của ba khâu thành phần.

◆ Biểu diễn :

◆ Cách 1 :
$$K(s) = K_P + K_I / s + K_D .s$$

◆ Cách 2 :
$$K(s) = K_P [1 + 1/(T_I .s) + T_D .s]$$

◆ Cách 3 :
$$K(s) = \frac{K_R}{s} (1 + T_1 .s)(1 + T_2 .s)$$

Control System

Các phương pháp tìm thông số PID (K_p , K_i , K_d) :

- ◆ Chỉnh định bằng tay.
- ◆ Phương pháp Ziegler – Nichols.
- ◆ Chỉnh định dùng phần mềm.
- ◆ Cohen-Coon.

Control System

Chỉnh định bằng tay :

- ◆ Đặt $K_i = K_d = 0$. Tăng K_p đến khi hệ thống dao động tuần hoàn.
- ◆ Đặt thời gian tích phân bằng chu kỳ dao động .
- ◆ Điều chỉnh lại giá trị K_p cho phù hợp.
- ◆ Nếu có dao động thì điều chỉnh giá trị K_d .

Control System

Phương pháp Ziegler-Nichols :

- ◆ Đặt $K_i = K_d = 0$. Tăng K_p đến khi hệ thống dao động tuần hoàn.
Đặt giá trị K_p này = K_c
- ◆ Đo chu kì dao động P_c .

Ziegler–Nichols method			
Control Type	K_p	K_i	K_d
P	$0.50K_c$	-	-
PI	$0.45K_c$	$1.2K_p / P_c$	-
PID	$0.60K_c$	$2K_p / P_c$	$K_p P_c / 8$

Control System

Chỉnh định bằng phần mềm :

- ◆ Dùng phần mềm để tự động chỉnh định thông số PID (thực hiện trên mô hình toán, kiểm nghiệm trên mô hình thực).
- ◆ Ví dụ dùng giải thuật di truyền (GA) để tìm thông số sao cho sai số đo được nhỏ hơn giá trị yêu cầu.