C.6: CHẤT LƯỢNG ĐIỀU KHIỂN

HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN SỐ

6.1. SAI LỆCH TĨNH

- Định nghĩa: Sai lệch giữa đại lượng đầu vào và đại lượng đầu ra ở trạng thái xác lập.

6.2. Kiểu (loại) hàm truyền đạt

- Kiểu (loại) hàm truyền đạt bằng số lượng điểm cực bằng 1.

$$G_1(z) = \frac{A_1 z + A_0}{z - 1}$$ … kiểu "1"

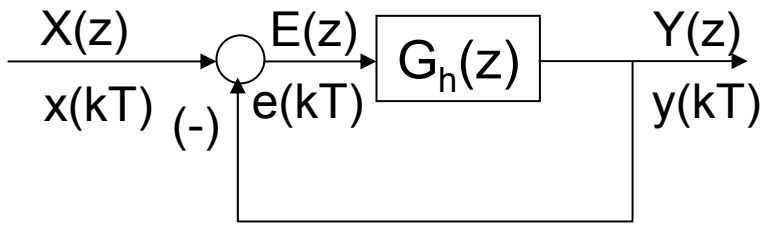
$$G_2(z) = \frac{A_1 z + A_0}{z}$$ … kiểu "0"

$$G_3(z) = \frac{A_1 z + A_0}{(z-1)(z-0.5)}$$ … kiểu "1"

$$G_3(z) = \frac{A_1 z + A_0}{z^3 - 2.5z^2 + 2z - 0.5}$$

$$= \frac{A_1 z + A_0}{(z-1)^2 (z-0.5)}$$ … kiểu "2"

6.3. Hệ thống có một vòng kín



$$s_t = \lim_{k\to\infty} e(kT)$$

$$= \lim_{z\to 1} \frac{z-1}{z} E(z)$$

$$= \lim_{z\to 1} \frac{z-1}{z} \cdot \frac{X(z)}{1+G_h(z)}$$

Định nghĩa các hằng số

- Hằng số bậc thang $K_{bt} = \lim_{z \to 1} G_h(z)$
- Hằng số bậc một $K_{bm} = \frac{1}{T} \lim_{z \to 1} \left(z - 1 \right) G_h(z)$
- Hằng số bậc hai $K_{bh} = \frac{1}{T^2} \lim_{z \to 1} \left(z - 1 \right)^2 G_h(z)$

Tín hiệu đầu vào

- Tín hiệu đầu vào là hàm bậc thang:

$$x(kT) = \rho.1(kT) \quad \Rightarrow X(z) = \rho\frac{z}{z-1}$$

$$s_t = s_{bt} = \lim_{z\to 1}\frac{z-1}{z}\cdot\frac{X(z)}{1+G_h(z)} = \lim_{z\to 1}\frac{z-1}{z}\cdot\frac{\rho}{1+G_h(z)}\cdot\frac{z}{z-1}$$

$$s_{bt} = \lim_{z\to 1}\frac{\rho}{1+G_h(z)} = \frac{\rho}{1+\lim_{z\to 1}G_h(z)}$$

$$s_{bt} = \frac{\rho}{1+K_{bt}}$$

Tín hiệu đầu vào

- Tín hiệu đầu vào là hàm tỷ lệ bậc một với thời gian:

$$x(kT) = \rho.(kT) \qquad \Rightarrow X(z) = \rho\frac{zT}{(z-1)^2}$$

$$s_t = s_{bm} = \lim_{z\to 1}\frac{z-1}{z}\cdot\frac{X(z)}{1+G_h(z)} = \lim_{z\to 1}\frac{z-1}{z}\cdot\frac{\rho}{1+G_h(z)}\cdot\frac{zT}{(z-1)^2}$$

$$s_{bm} = \lim_{z\to 1}\frac{\rho}{\frac{1}{T}(z-1)+\frac{1}{T}(z-1)G_h(z)} = \frac{\rho}{\frac{1}{T}\lim_{z\to 1}(z-1)G_h(z)}$$

$$s_{bm} = \frac{\rho}{K_{bm}}$$

Tín hiệu đầu vào

- Tín hiệu đầu vào là hàm tỷ lệ bậc hai với thời gian:

$$x(kT) = \frac{\rho}{2}.(kT)^2 \quad \Rightarrow X(z) = \frac{\rho}{2}\frac{z(z+1)T^2}{(z-1)^3}$$

$$s_t = s_{bh} = \lim_{z\to 1}\frac{z-1}{z}\cdot\frac{X(z)}{1+G_h(z)} = \lim_{z\to 1}\frac{z-1}{z}\cdot\frac{1}{1+G_h(z)}\cdot\frac{\rho}{2}\cdot\frac{z(z+1)T^2}{(z-1)^3}$$

$$s_{bh} = \lim_{z\to 1}\frac{\rho(z+1)}{2\left[\frac{1}{T^2}(z-1)^2 + \frac{1}{T^2}(z-1)^2 G_h(z)\right]} = \frac{\rho}{\frac{1}{T^2}\lim_{z\to 1}(z-1)^2 G_h(z)}$$

$$s_{bh} = \frac{\rho}{K_{bh}}$$

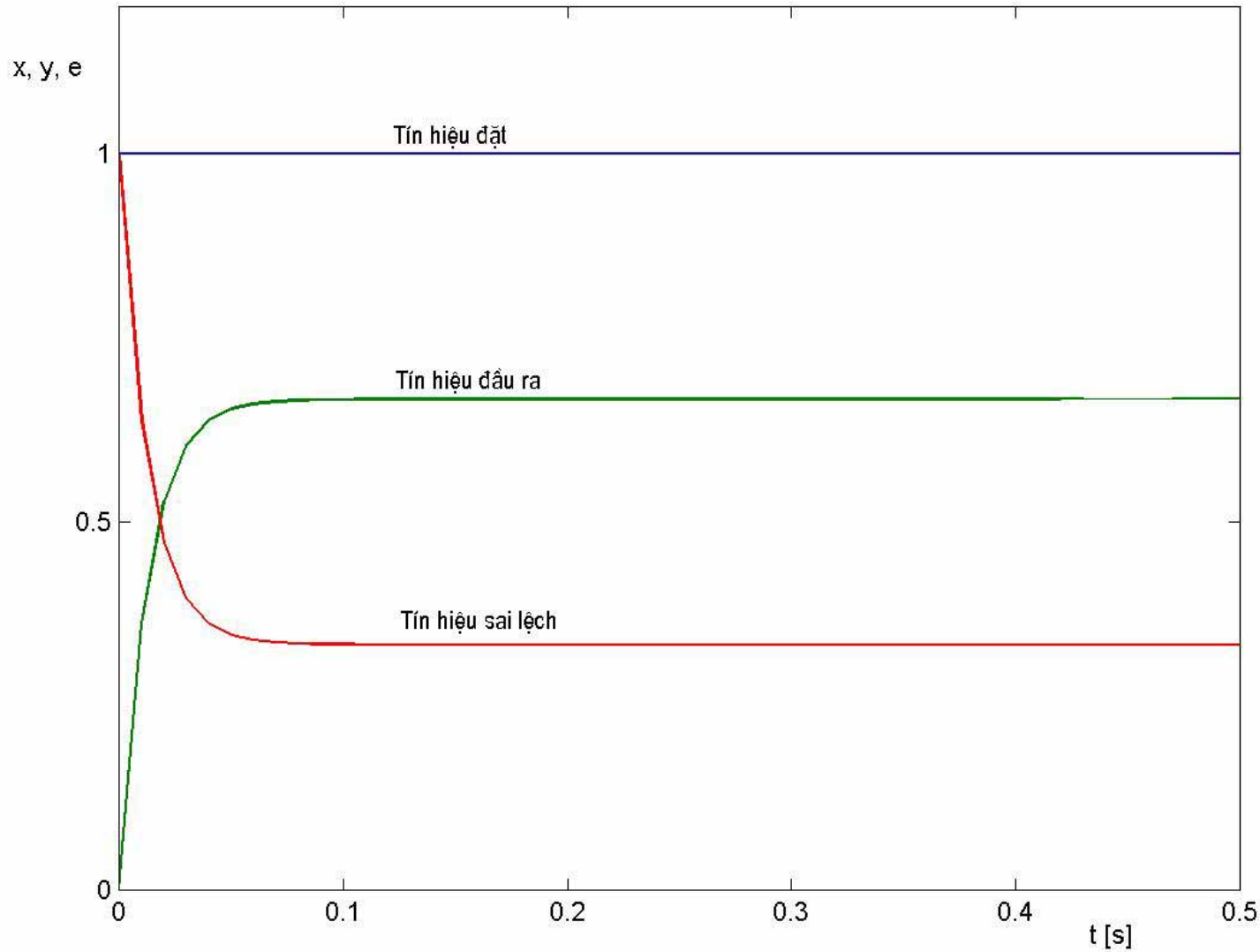
Hàm truyền đạt $G_h(z)$

- $G_h(z)$ kiểu "0": $G_h(z) = \dfrac{M(z)}{(z-z_1)(z-z_2)\cdots(z-z_n)}; \qquad \forall z_i \neq 1; \quad i = 1,2,...,n$

$$K_{bt} = \lim_{z\to 1} G_h(z) = \lim_{z\to 1} \frac{M(z)}{(z-z_1)(z-z_2)\cdots(z-z_n)}$$

$$K_{bt} = \frac{M(1)}{(1-z_1)(1-z_2)\cdots(1-z_n)} = const$$

$$s_{bt} = \frac{\rho}{1+K_{bt}} = const$$


x, y, e
Tín hiệu đặt
Tín hiệu đầu ra
Tín hiệu sai lệch
1
0.5
0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
t [s]

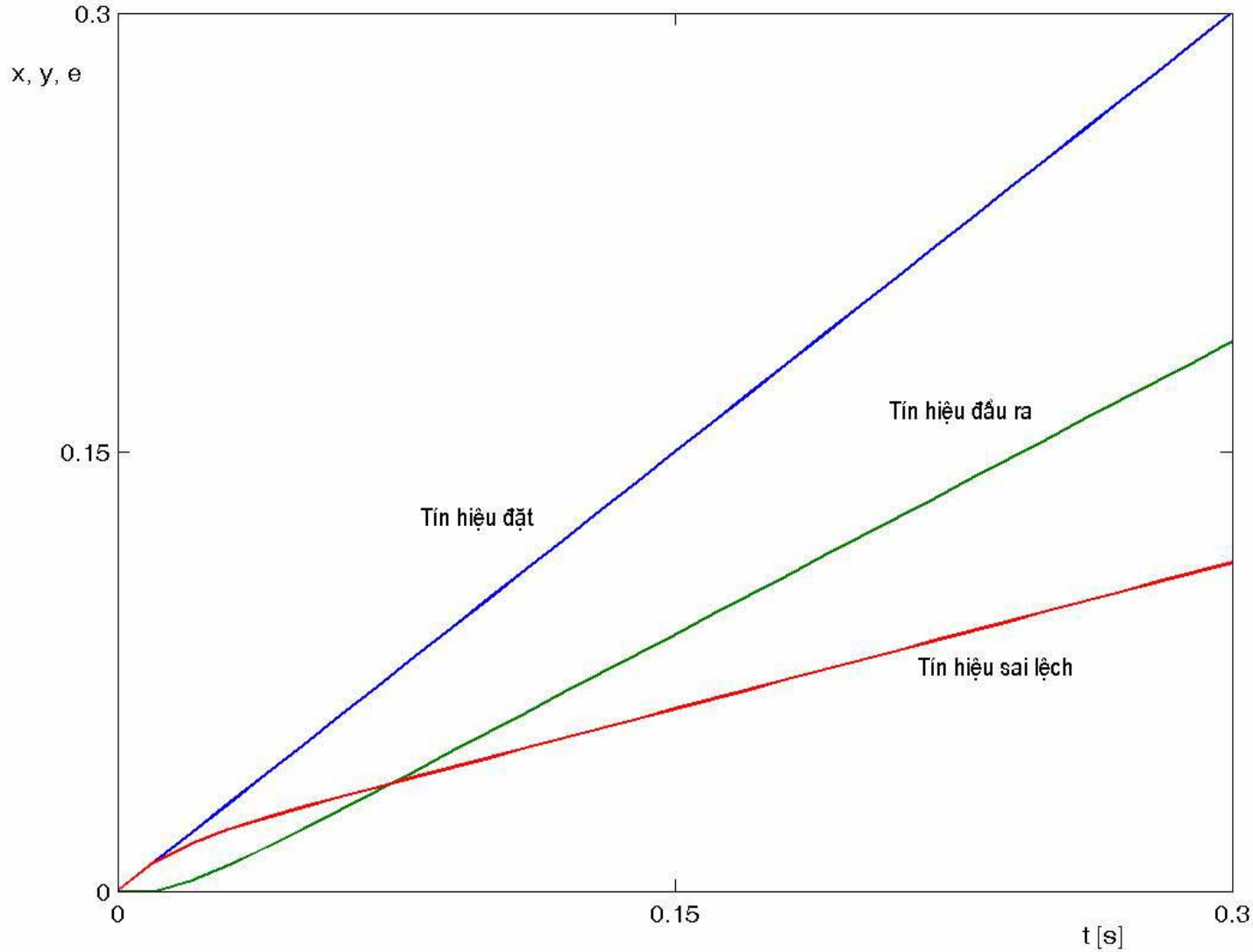
Hàm truyền đạt $G_h(z)$

- $G_h(z)$ kiểu "0": $G_h(z) = \dfrac{M(z)}{(z-z_1)(z-z_2)\cdots(z-z_n)}; \qquad \forall z_i \neq 1; \quad i = 1,2,...,n$

$$K_{bm} = \frac{1}{T}\lim_{z\to 1}(z-1)G_h(z) = \frac{1}{T}\lim_{z\to 1}\frac{(z-1).M(z)}{(z-z_1)(z-z_2)\cdots(z-z_n)}$$

$$K_{bm} = \frac{1}{T}\frac{0.M(1)}{(1-z_1)(1-z_2)\cdots(1-z_n)} = 0$$

$$s_{bm} = \frac{\rho}{K_{bm}} = \infty$$


0.3
x, y, e
0.15
0
Tín hiệu đầu ra
Tín hiệu đặt
Tín hiệu sai lệch
0
0.15
0.3
t [s]

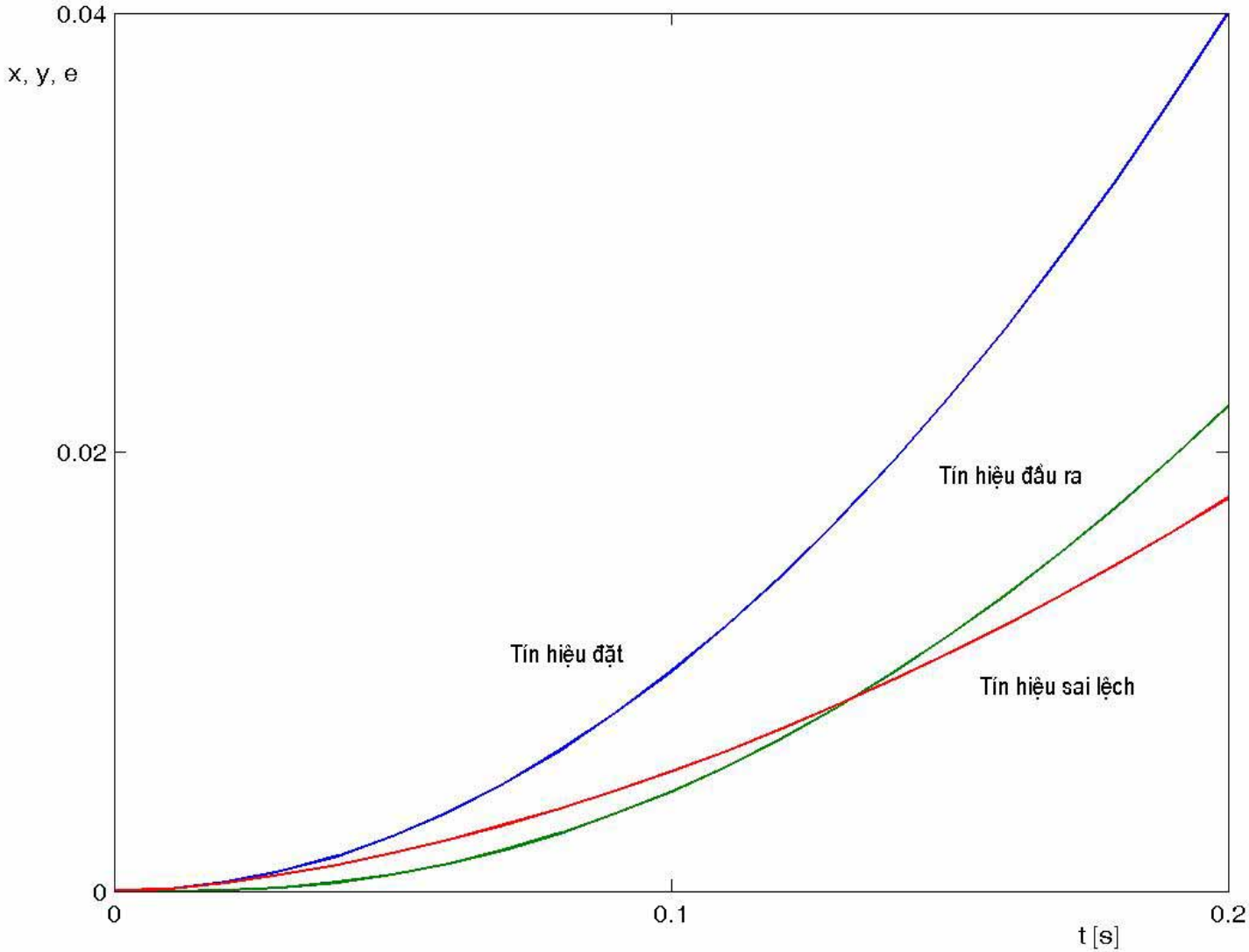
Hàm truyền đạt $G_h(z)$

- $G_h(z)$ kiểu "0": $G_h(z) = \dfrac{M(z)}{(z-z_1)(z-z_2)\cdots(z-z_n)}; \qquad \forall z_i \neq 1; \quad i = 1,2,...,n$

$$K_{bh} = \frac{1}{T^2}\lim_{z\to 1}(z-1)^2 G_h(z) = \frac{1}{T^2}\lim_{z\to 1}\frac{(z-1)^2.M(z)}{(z-z_1)(z-z_2)\cdots(z-z_n)}$$

$$K_{bh} = \frac{1}{T^2}\frac{0.M(1)}{(1-z_1)(1-z_2)\cdots(1-z_n)} = 0$$

$$s_{bh} = \frac{\rho}{K_{bh}} = \infty$$


0.04
x, y, e
0.02
0
0
0.1
0.2
t [s]
Tín hiệu đầu ra
Tín hiệu đặt
Tín hiệu sai lệch

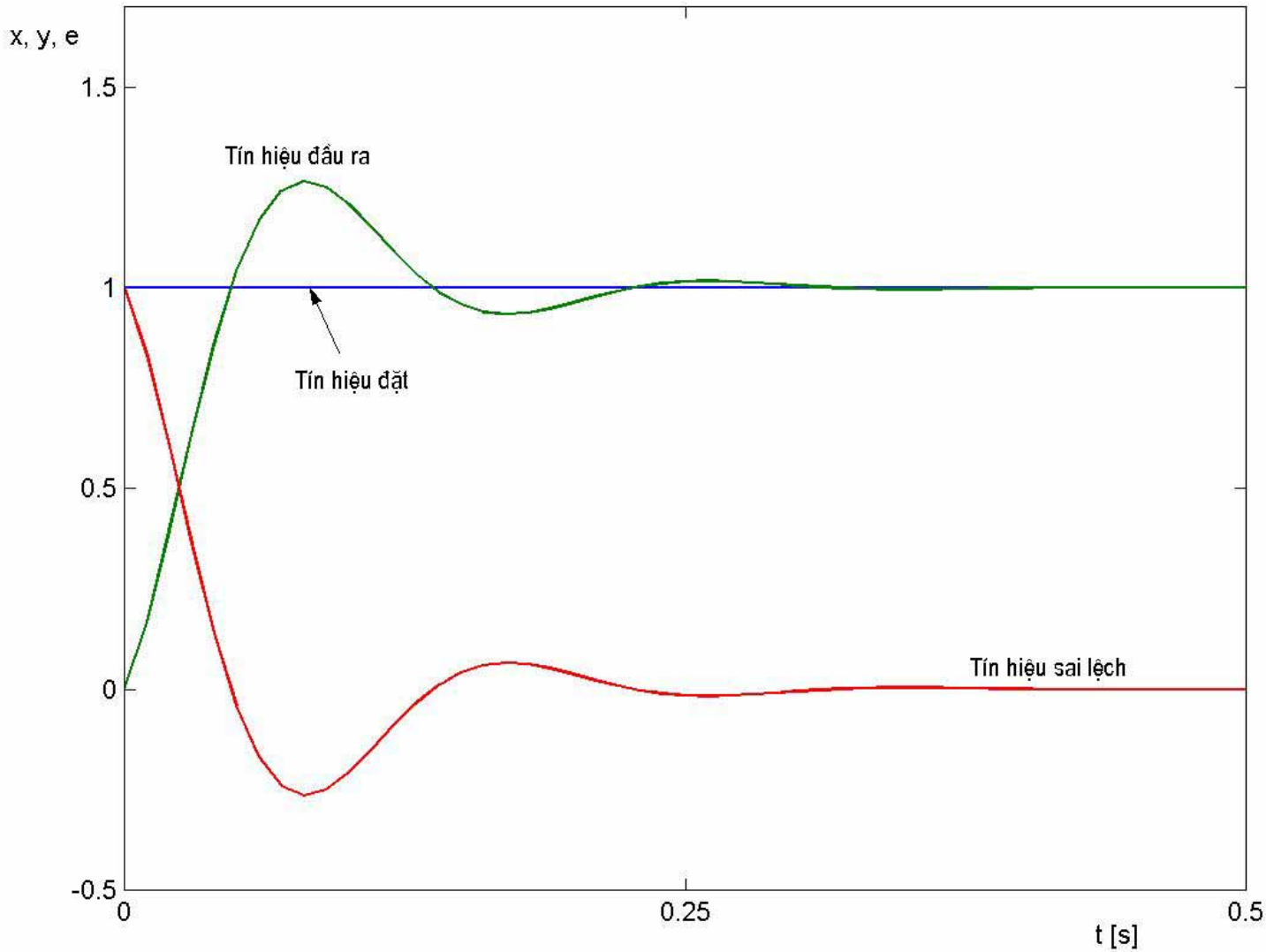
Hàm truyền đạt $G_h(z)$

- $G_h(z)$ kiểu "1": $$G_h(z) = \frac{M(z)}{(z-1)(z-z_2)\cdots(z-z_n)};\ \forall z_i \neq 1;\quad i = 2,3,...,n$$

$$K_{bt} = \lim_{z\to 1} G_h(z) = \lim_{z\to 1} \frac{M(z)}{(z-1)(z-z_2)\cdots(z-z_n)}$$

$$K_{bt} = \frac{M(1)}{0.(1-z_2)\cdots(1-z_n)} = \infty$$

$$s_{bt} = \frac{\rho}{1+K_{bt}} = 0$$


x, y, e
1.5
1
0.5
0
-0.5
0
0.25
0.5
t [s]
Tín hiệu đầu ra
Tín hiệu đặt
Tín hiệu sai lệch

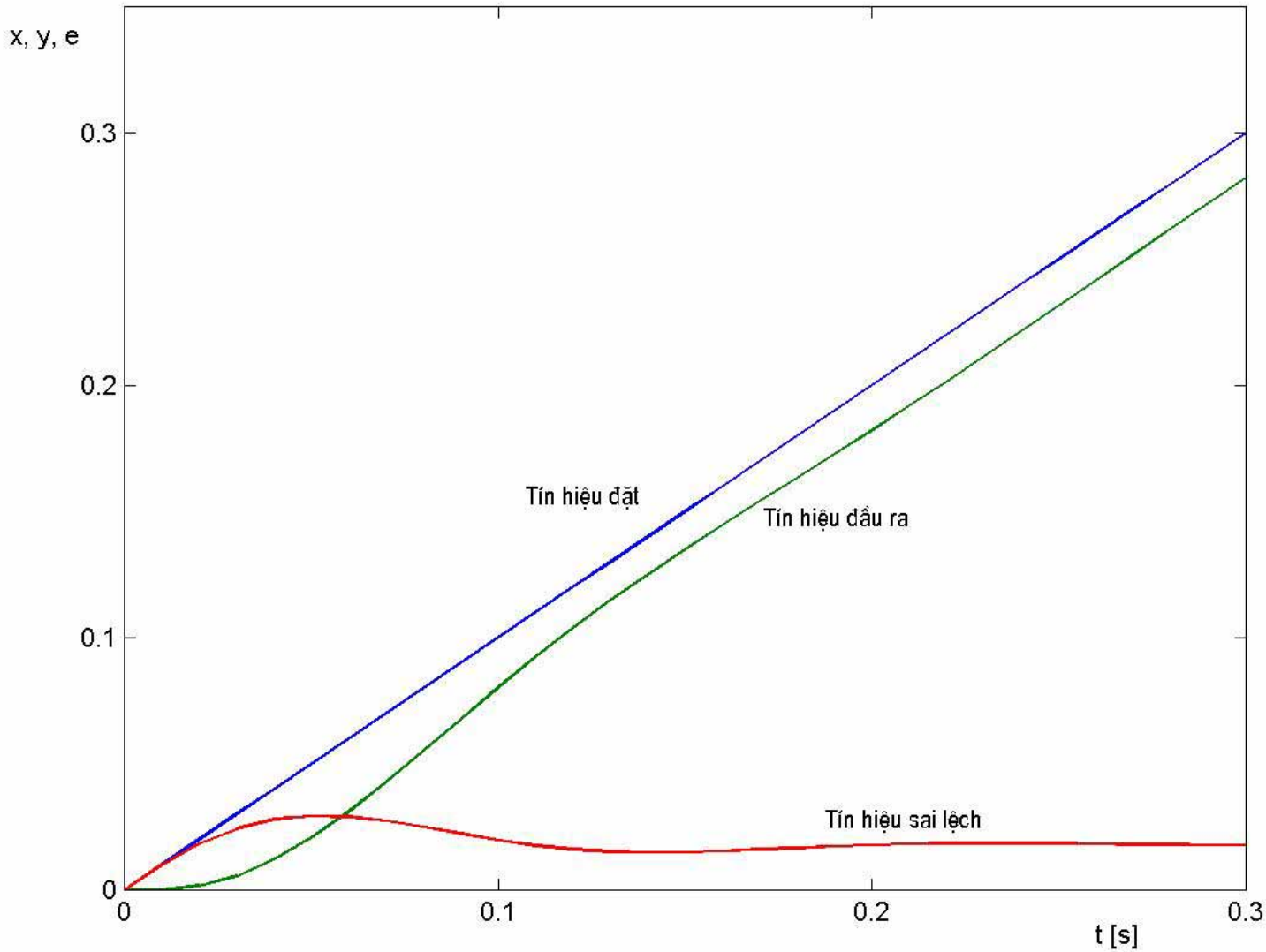
Hàm truyền đạt $G_h(z)$

- $G_h(z)$ kiểu "1": $$G_h(z) = \frac{M(z)}{(z-1)(z-z_2)\cdots(z-z_n)};\ \forall z_i \neq 1;\quad i = 2,3,...,n$$

$$K_{bm} = \frac{1}{T}\lim_{z\to 1}(z-1)G_h(z) = \frac{1}{T}\lim_{z\to 1}\frac{(z-1).M(z)}{(z-1)(z-z_2)\cdots(z-z_n)}$$

$$K_{bm} = \frac{1}{T}\frac{M(1)}{(1-z_2)\cdots(1-z_n)} = const$$

$$s_{bm} = \frac{\rho}{K_{bm}} = const$$


x, y, e
0.3
0.2
0.1
0
0
0.1
0.2
0.3
t [s]
Tín hiệu đặt
Tín hiệu đầu ra
Tín hiệu sai lệch

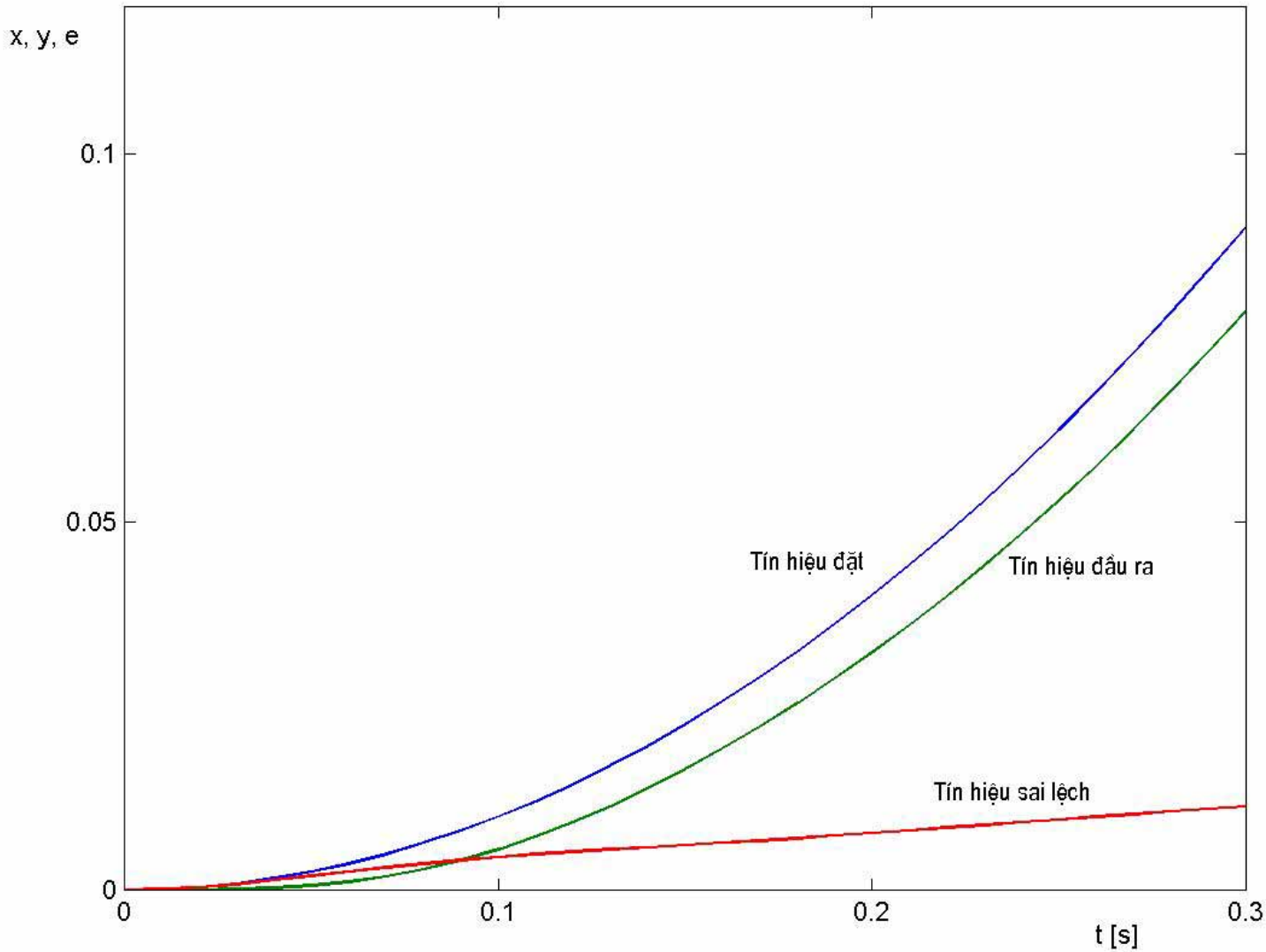
Hàm truyền đạt $G_h(z)$

- $G_h(z)$ kiểu "1": $G_h(z) = \dfrac{M(z)}{(z-1)(z-z_2)\cdots(z-z_n)};\ \forall z_i \neq 1;\quad i = 2,3,...,n$

$$K_{bh} = \frac{1}{T^2}\lim_{z\to 1}(z-1)^2 G_h(z) = \frac{1}{T^2}\lim_{z\to 1}\frac{(z-1)^2.M(z)}{(z-1)(z-z_2)\cdots(z-z_n)}$$

$$K_{bh} = \frac{1}{T^2}\frac{(z-1).M(1)}{(1-z_2)\cdots(1-z_n)} = 0$$

$$s_{bh} = \frac{\rho}{K_{bh}} = \infty$$


x, y, e
0.1
0.05
0
0
0.1
0.2
0.3
t [s]
Tín hiệu đặt
Tín hiệu đầu ra
Tín hiệu sai lệch

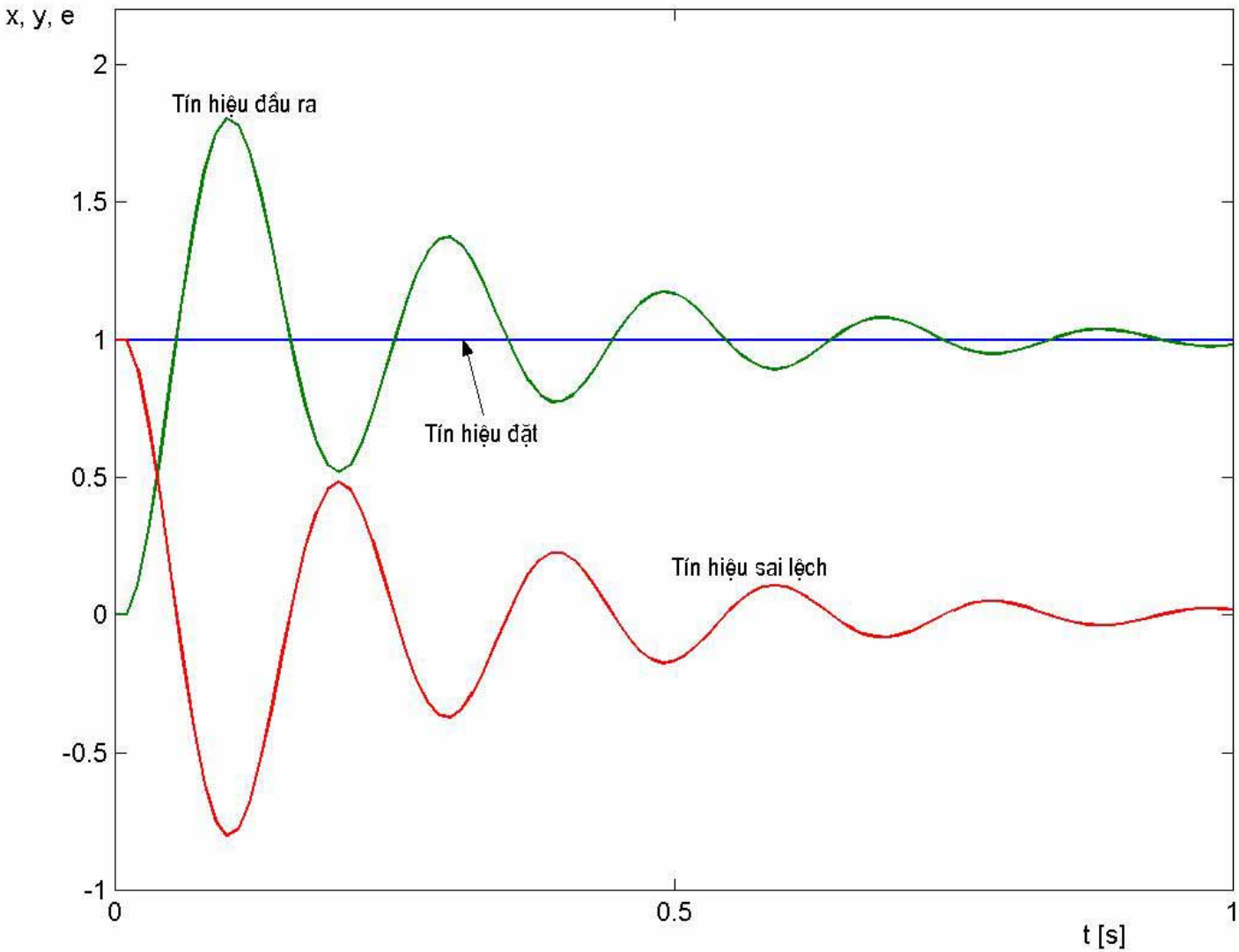
Hàm truyền đạt $G_h(z)$

- $G_h(z)$ kiểu "2": $G_h(z) = \dfrac{M(z)}{(z-1)^2 (z-z_3)\cdots(z-z_n)}; \qquad \forall z_i \neq 1; \quad i = 3,...,n$

$$K_{bt} = \lim_{z\to 1} G_h(z) = \lim_{z\to 1} \frac{M(z)}{(z-1)^2 (z-z_3)\cdots(z-z_n)}$$

$$K_{bt} = \frac{M(1)}{0.(1-z_3)\cdots(1-z_n)} = \infty$$

$$s_{bt} = \frac{\rho}{1+K_{bt}} = 0$$


x, y, e
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
0
0.5
1
t [s]
Tín hiệu đầu ra
Tín hiệu đặt
Tín hiệu sai lệch

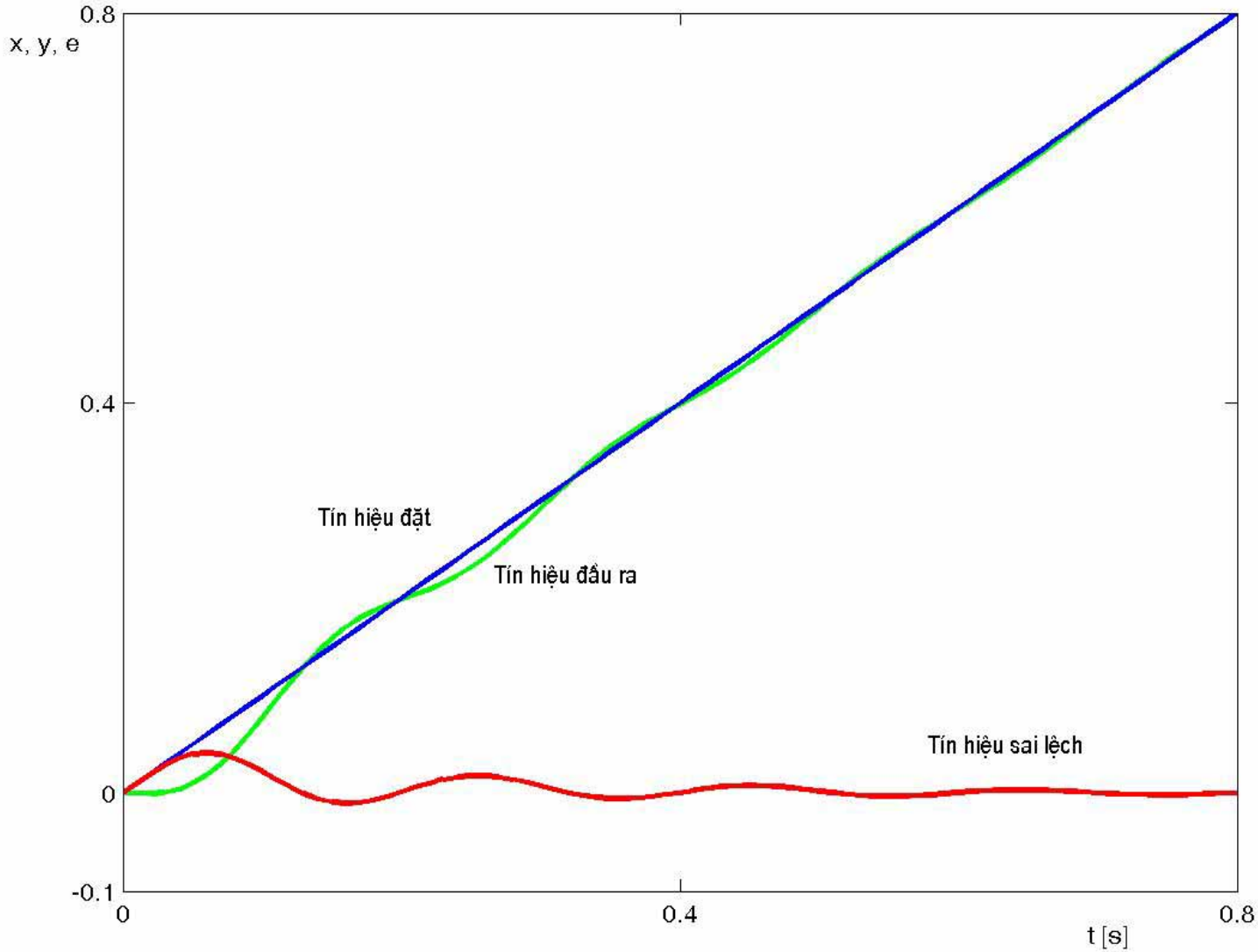
Hàm truyền đạt $G_h(z)$

- $G_h(z)$ kiểu "2": $G_h(z) = \dfrac{M(z)}{(z-1)^2(z-z_3)\cdots(z-z_n)}; \qquad \forall z_i \neq 1; \quad i = 3,...,n$

$$K_{bm} = \frac{1}{T}\lim_{z\to 1}(z-1)G_h(z) = \frac{1}{T}\lim_{z\to 1}\frac{(z-1).M(z)}{(z-1)^2(z-z_3)\cdots(z-z_n)}$$

$$K_{bm} = \frac{1}{T}\frac{M(1)}{0.(1-z_3)\cdots(1-z_n)} = \infty$$

$$s_{bm} = \frac{\rho}{K_{bm}} = 0$$


0.8
x, y, e
0.4
Tín hiệu đặt
Tín hiệu đầu ra
Tín hiệu sai lệch
0
-0.1
0
0.4
0.8
t [s]

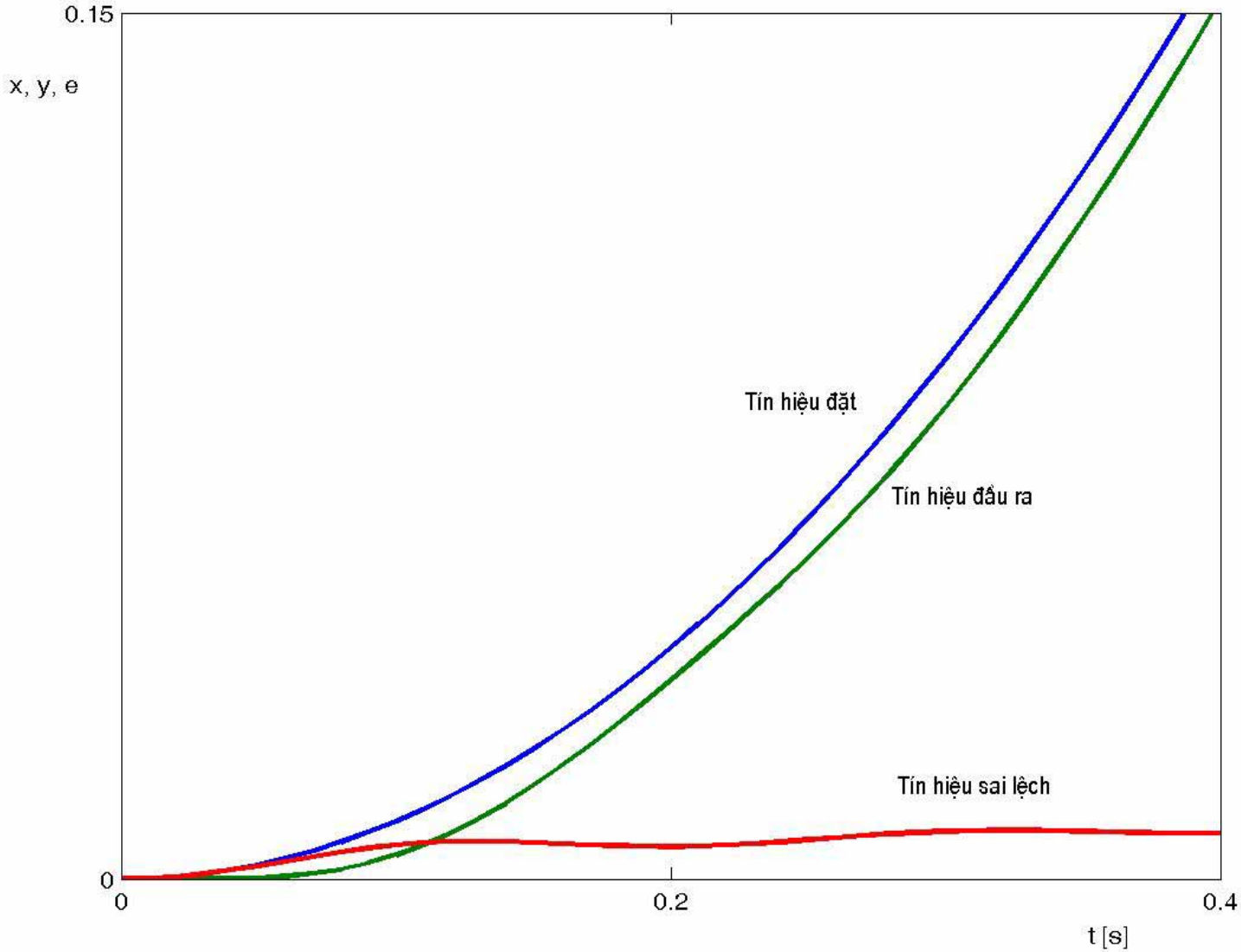
Hàm truyền đạt $G_h(z)$

- $G_h(z)$ kiểu "2": $G_h(z) = \dfrac{M(z)}{(z-1)^2 (z-z_3)\cdots(z-z_n)}; \qquad \forall z_i \neq 1; \quad i = 3,...,n$

$$K_{bh} = \frac{1}{T^2}\lim_{z\to 1}(z-1)^2 G_h(z) = \frac{1}{T^2}\lim_{z\to 1}\frac{(z-1)^2.M(z)}{(z-1)^2 (z-z_3)\cdots(z-z_n)}$$

$$K_{bh} = \frac{1}{T^2}\frac{M(1)}{(1-z_3)\cdots(1-z_n)} = const$$

$$s_{bh} = \frac{\rho}{K_{bh}} = const$$


0.15
x, y, e
Tín hiệu đặt
Tín hiệu đầu ra
Tín hiệu sai lệch
0
0
0.2
0.4
t [s]

TỔNG KẾT

Kiểu / s_t	0	1	2
s_{bt}	const	0	0
s_{bm}	∞	const	0
s_{bh}	∞	∞	const

Giảm sai lệch tĩnh

- Tăng hằng số thời gian

  Hệ thống có khả năng bị mất ổn định

- Tăng kiểu (loại) của hàm truyền đạt

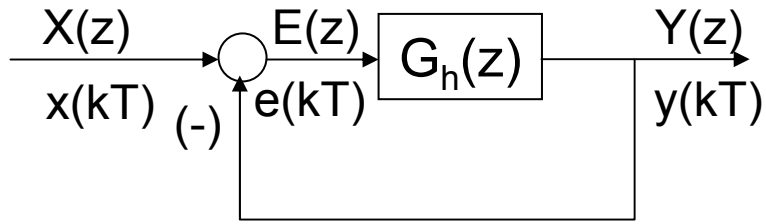
  Tăng số lượng khâu tích phân trong hệ thống hở

6.4. SAI LỆCH TĨNH CỦA HỆ THỐNG BẤT KỲ

- Hệ thống bất kỳ có hàm truyền đạt G(z)

$$G(z) = \frac{B(z)}{A(z)}$$

➔Chuyển hệ thống đã cho về dạng hệ thống kín



$$G_k(z) = \frac{G_h(z)}{1 + G_h(z)} = G(z) = \frac{B(z)}{A(z)}$$

$$G_k(z) = \frac{G_h(z)}{1 + G_h(z)} = G(z) = \frac{B(z)}{A(z)}$$

→ Xác định hàm truyền $G_h(z)$

$$G_h(z) = \frac{B(z)}{A(z) - B(z)}$$