

SubTemas

2.1 Control PID digital convencional

- ❑ Versión recursiva del control PID digital
- ❑ Estructura del control PID digital convencional

2.2 Control PID digital difuso acoplado

- ❑ Estructura del control PID digital difuso acoplado
- ❑ Maldición de la dimensionalidad

SubTemas

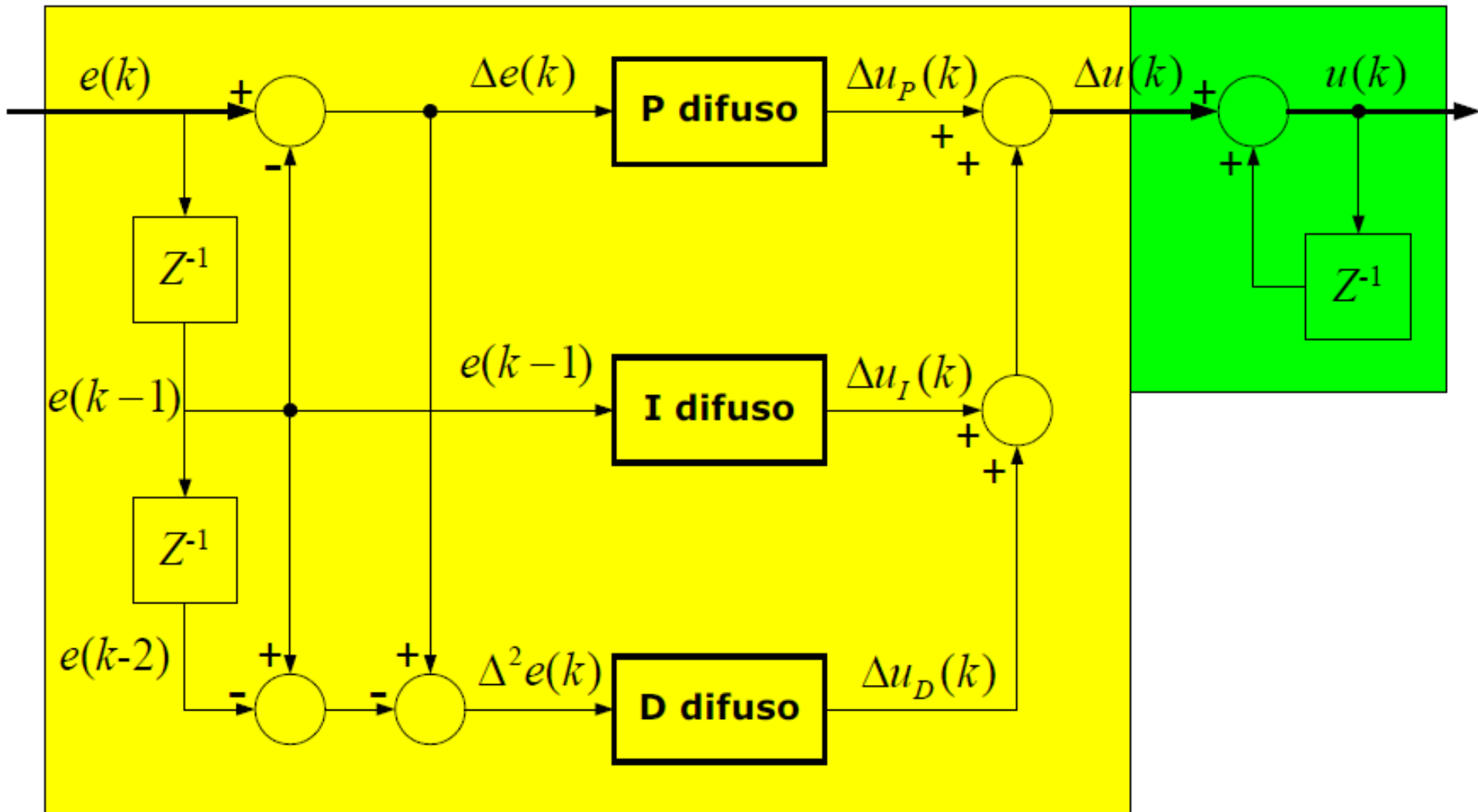
2.3 Control PI digital difuso acoplado

- ❑ Estructura del control PI digital difuso acoplado
- ❑ Escalamiento y fusificación de las señales de entrada
- ❑ Valores lingüísticos de las entradas y la salida
- ❑ Reglas de inferencia y defusificación

2.4 Control PID digital difuso desacoplado

- ❑ Estructura del control PID digital difuso desacoplado
- ❑ Partes P, I y D del PID difuso desacoplado
- ❑ Mapeos, valores lingüísticos y reglas

Tema 2.4 Control PID digital difuso desacoplado



Tema 2.4 Control PID digital difuso desacoplado

■ Características

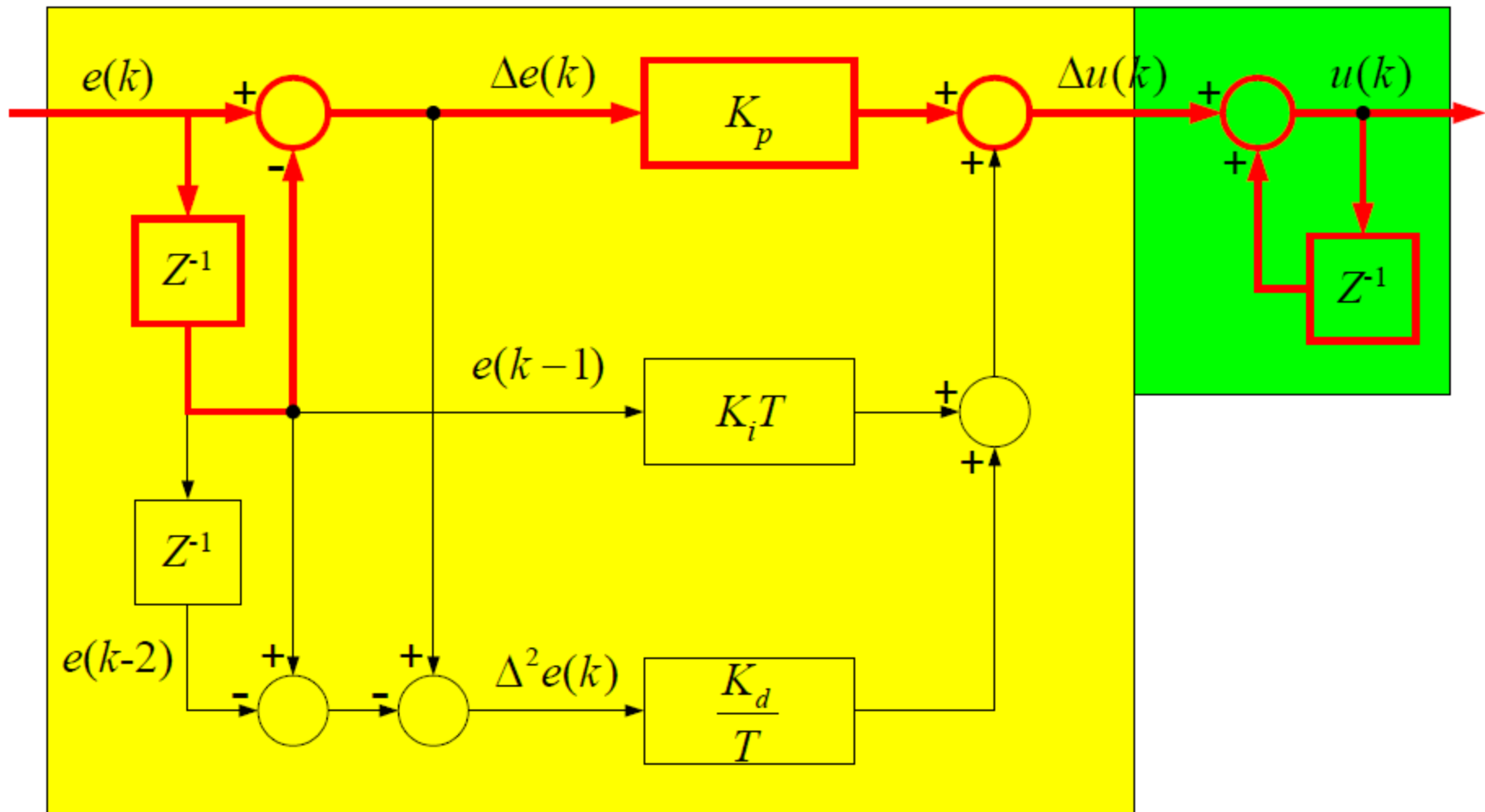
La estructura desacoplada es muy atractiva. La base de reglas es mínima. La implementación es muy sencilla y evita la maldición de la dimensionalidad.

Ejemplo: Sistema difuso Mamdani producto

$\mu()$ /entrada	Reglas	Parámetros
2	6	48
3	9	72
5	15	120
7	21	168
9	27	216

Tema 2.4 Control PID digital difuso desacoplado

■ Parte P del PID difuso desacoplado



Del diagrama:

$$u(k) = u(k-1) + \Delta u(k) \quad \leftrightarrow \quad U = Uz^{-1} + \Delta U$$

$$\Delta u(k) = K_p [e(k) - e(k-1)] \quad \leftrightarrow \quad \Delta U = K_p [E - Ez^{-1}]$$

$$[1 - z^{-1}]U = K_p E [1 - z^{-1}]$$

$$U = K_p E \quad \leftrightarrow \quad u(k) = K_p e(k)$$

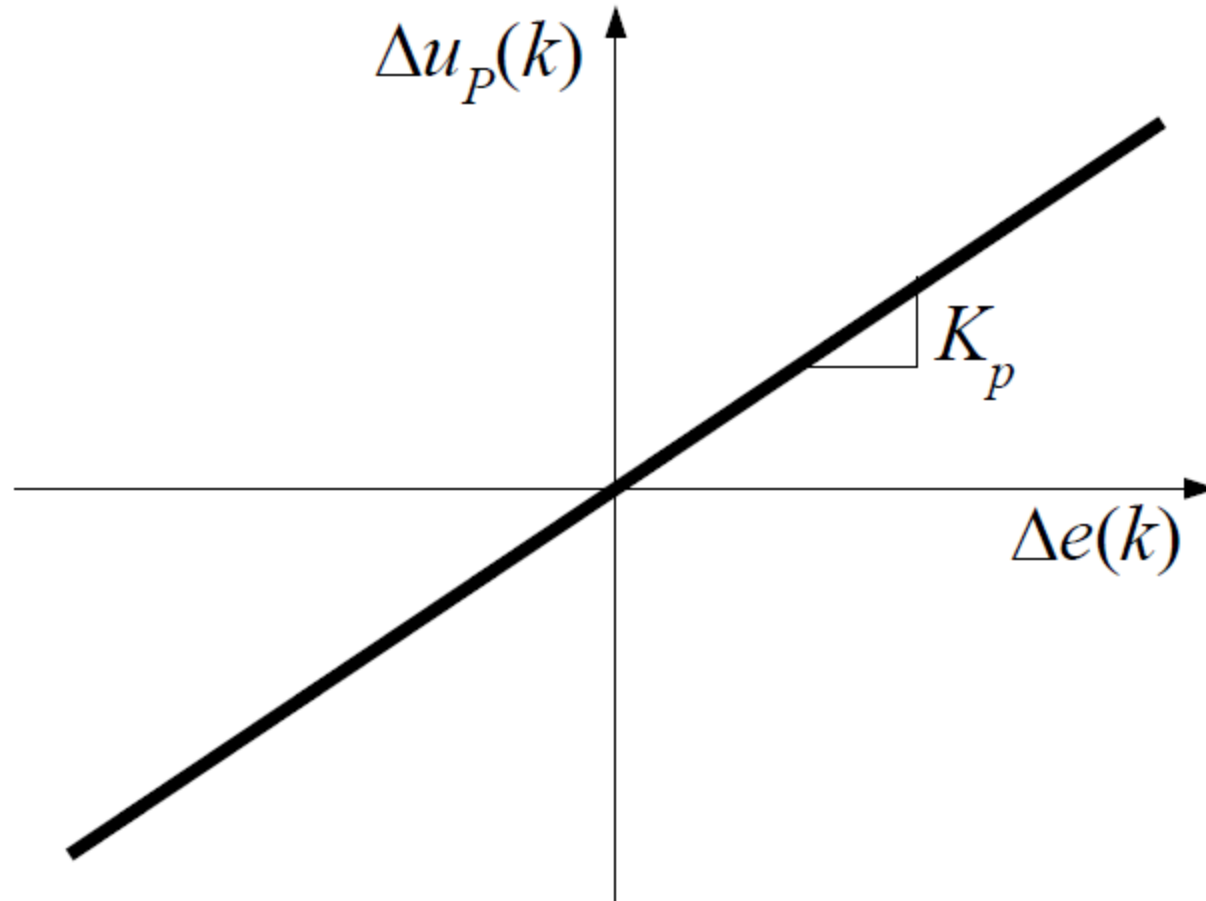
Por tanto, bajo la estructura del control PID digital, el mapeo:

$$\Delta u_p(k) = K_p \Delta e(k)$$

produce un efecto análogo al de la acción P.

Tema 2.4 Control PID digital difuso desacoplado

- Mapeo de entrada-salida de la Parte P



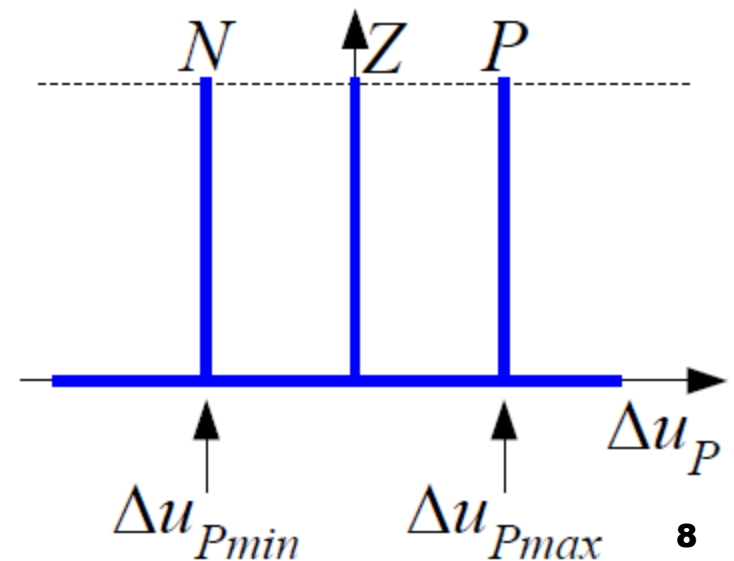
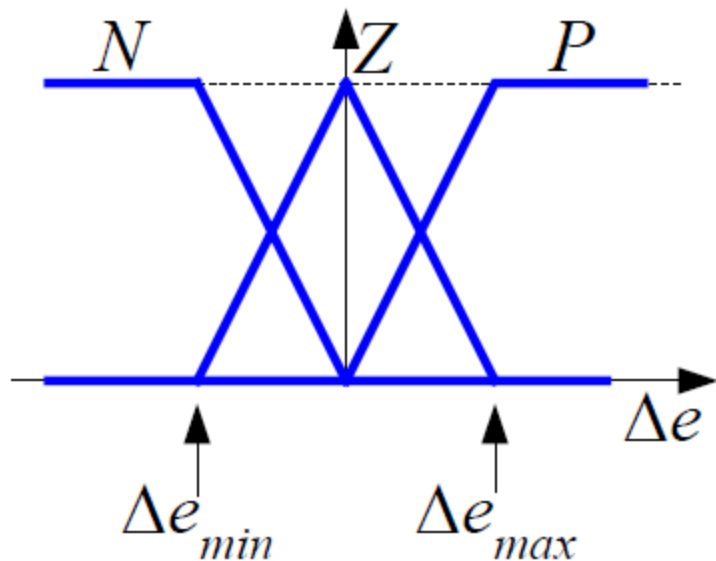
Tema 2.4 Control PID digital difuso desacoplado

■ Reglas de la parte P del controlador PID difuso desacoplado

Si Δe es negativo, **entonces** Δu_p es negativa

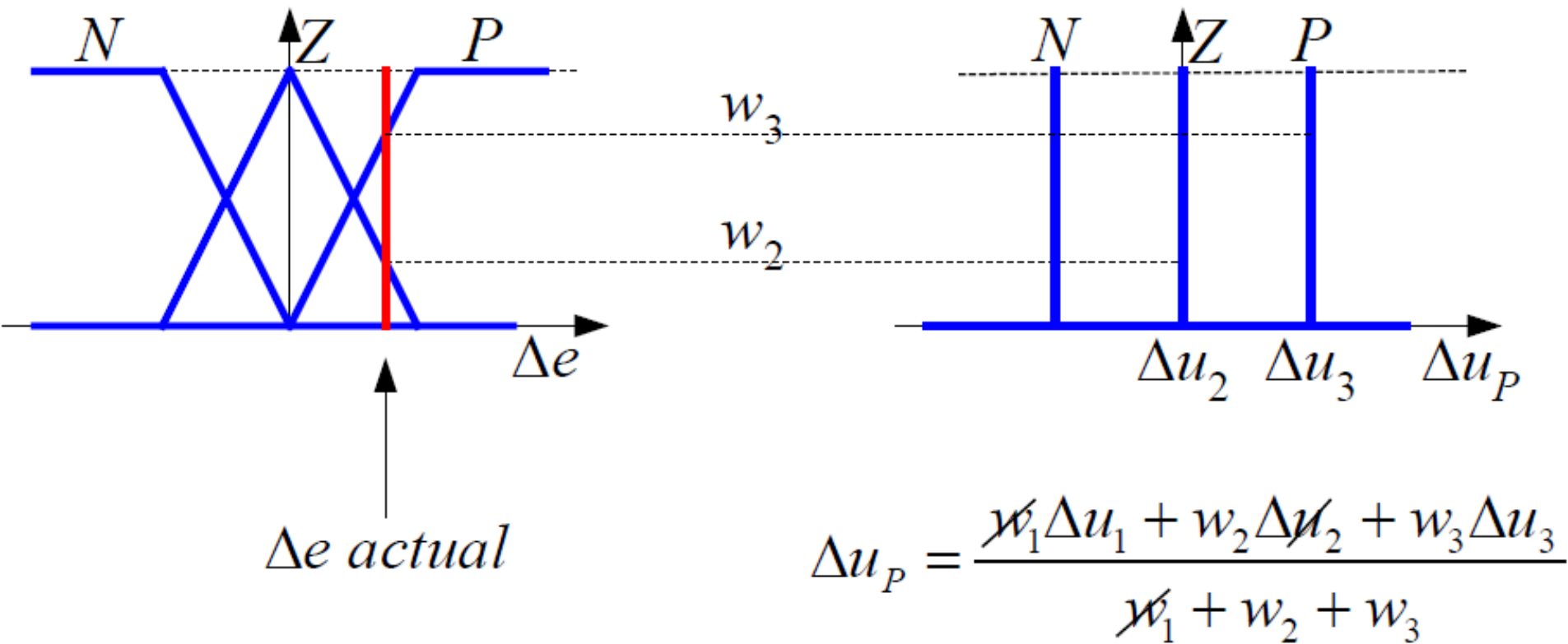
Si Δe es cero, **entonces** Δu_p es cero

Si Δe es positivo, **entonces** Δu_p es positiva



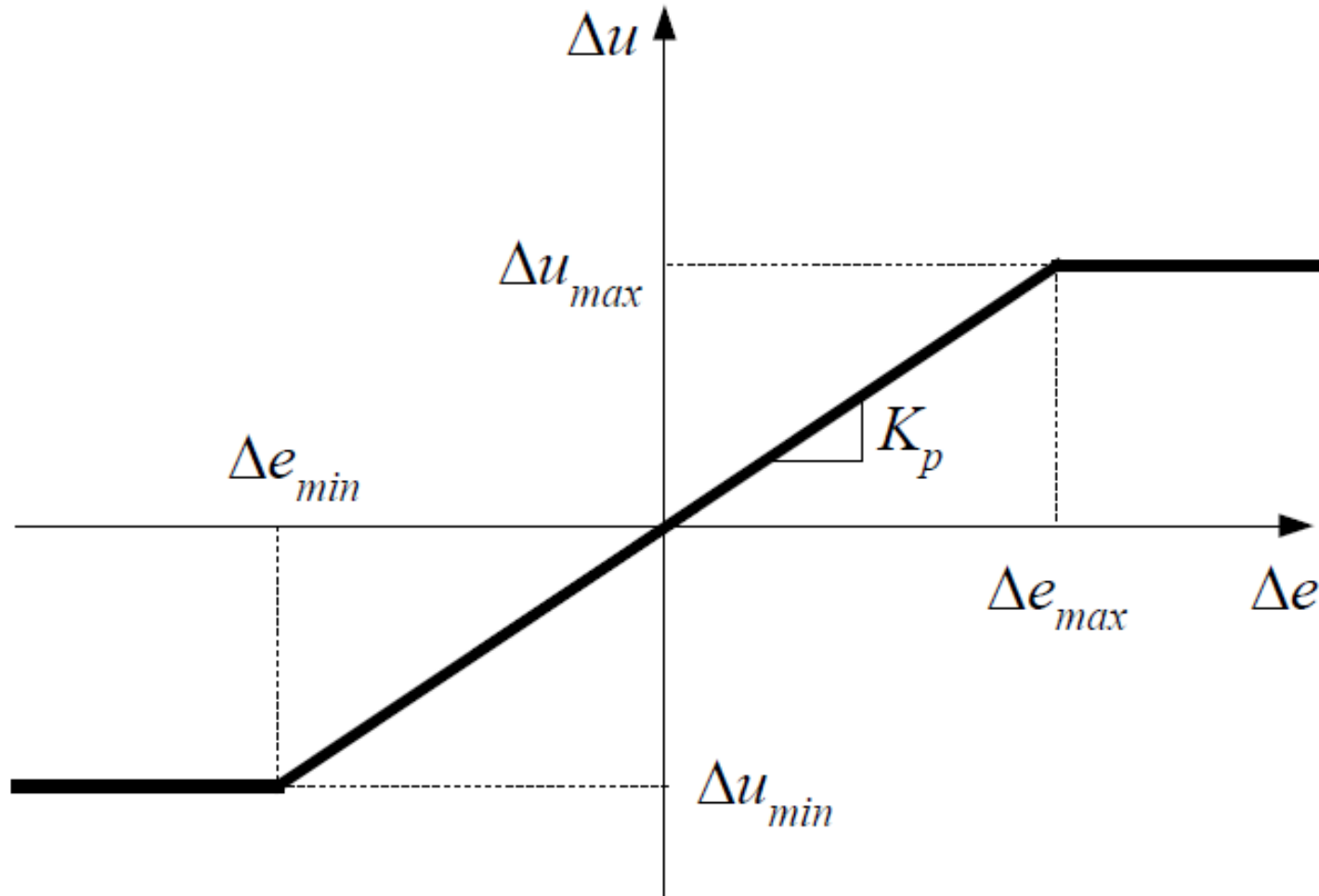
Tema 2.4 Control PID digital difuso desacoplado

■ Operación de la parte P del controlador PID difuso



Tema 2.4 Control PID digital difuso desacoplado

- Mapeo de entrada-salida de la parte P



Considerando solamente la trayectoria integral:

$$u(k) = u(k-1) + \Delta u_I(k) \quad \gamma \quad \Delta u_I(k) = K_i T e(k-1)$$

entonces:

$$u(k) = u(k-1) + K_i T e(k-1)$$

de donde:

$$u(1) = u(0) + K_i T e(0)$$

$$u(2) = u(1) + K_i T e(1) = u(0) + K_i T [e(0) + e(1)]$$

\vdots

$$u(k) = u(0) + K_i T \sum_{j=0}^{k-1} e(j)$$

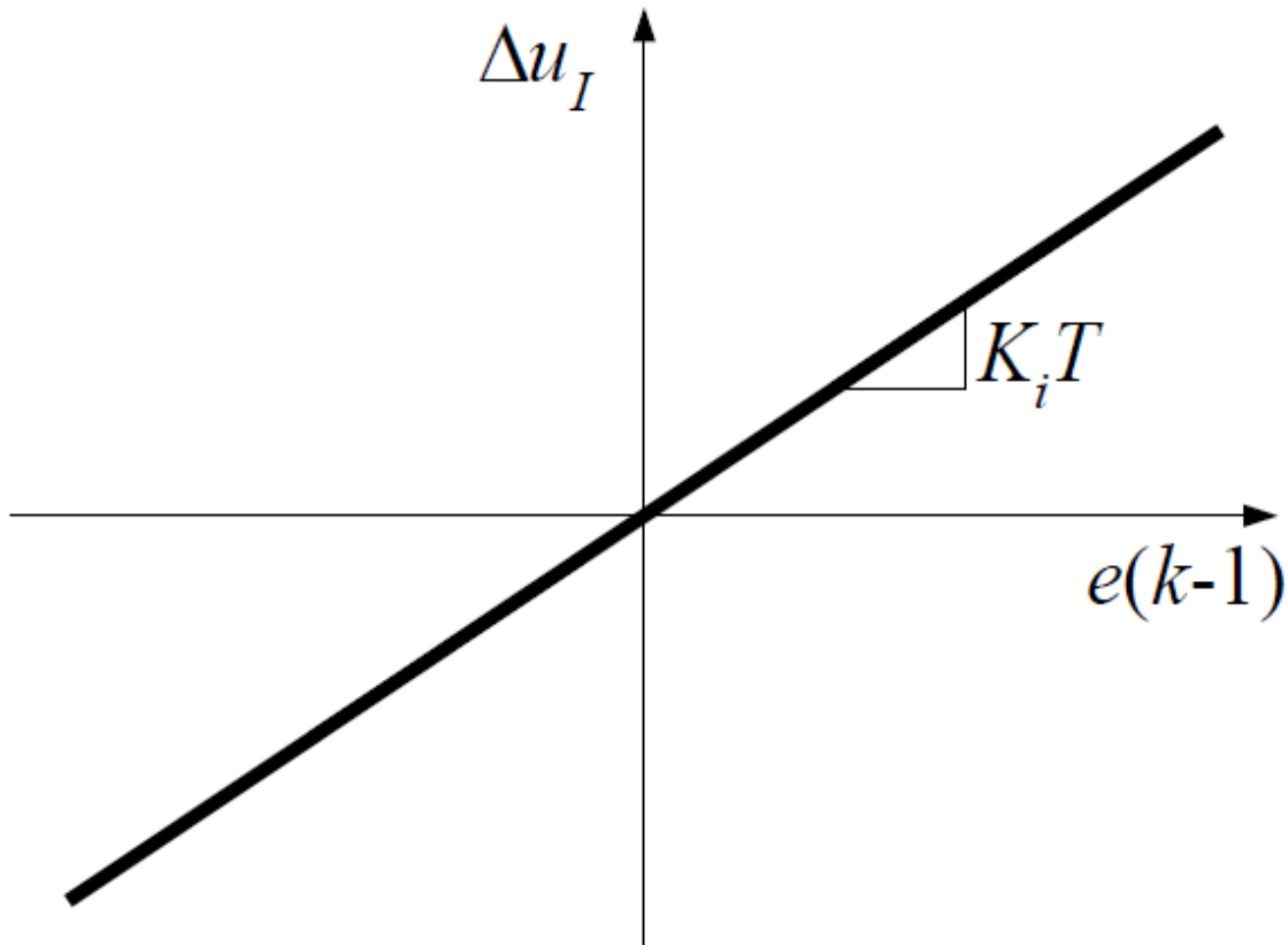
Por lo tanto, bajo la estructura del control PID digital, el mapeo:

$$\Delta u_I(k) = K_i T e(k-1)$$

produce un efecto análogo al de la acción I.

Tema 2.4 Control PID digital difuso desacoplado

- Mapeo de entrada-salida de la parte I



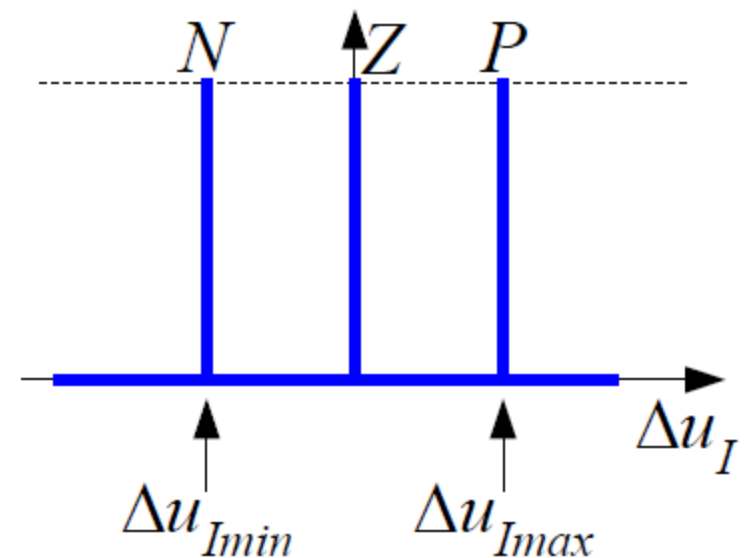
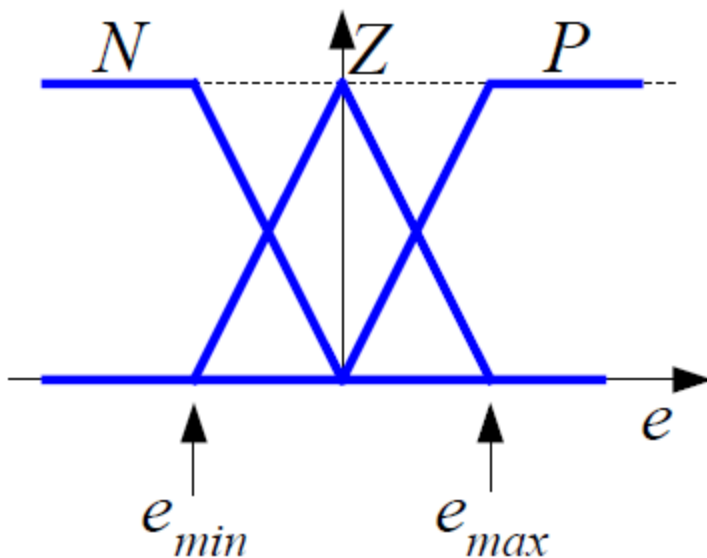
Tema 2.4 Control PID digital difuso desacoplado

■ Reglas de la acción I del controlador PID difuso desacoplado

Si e es negativo, **entonces** Δu_I es negativa

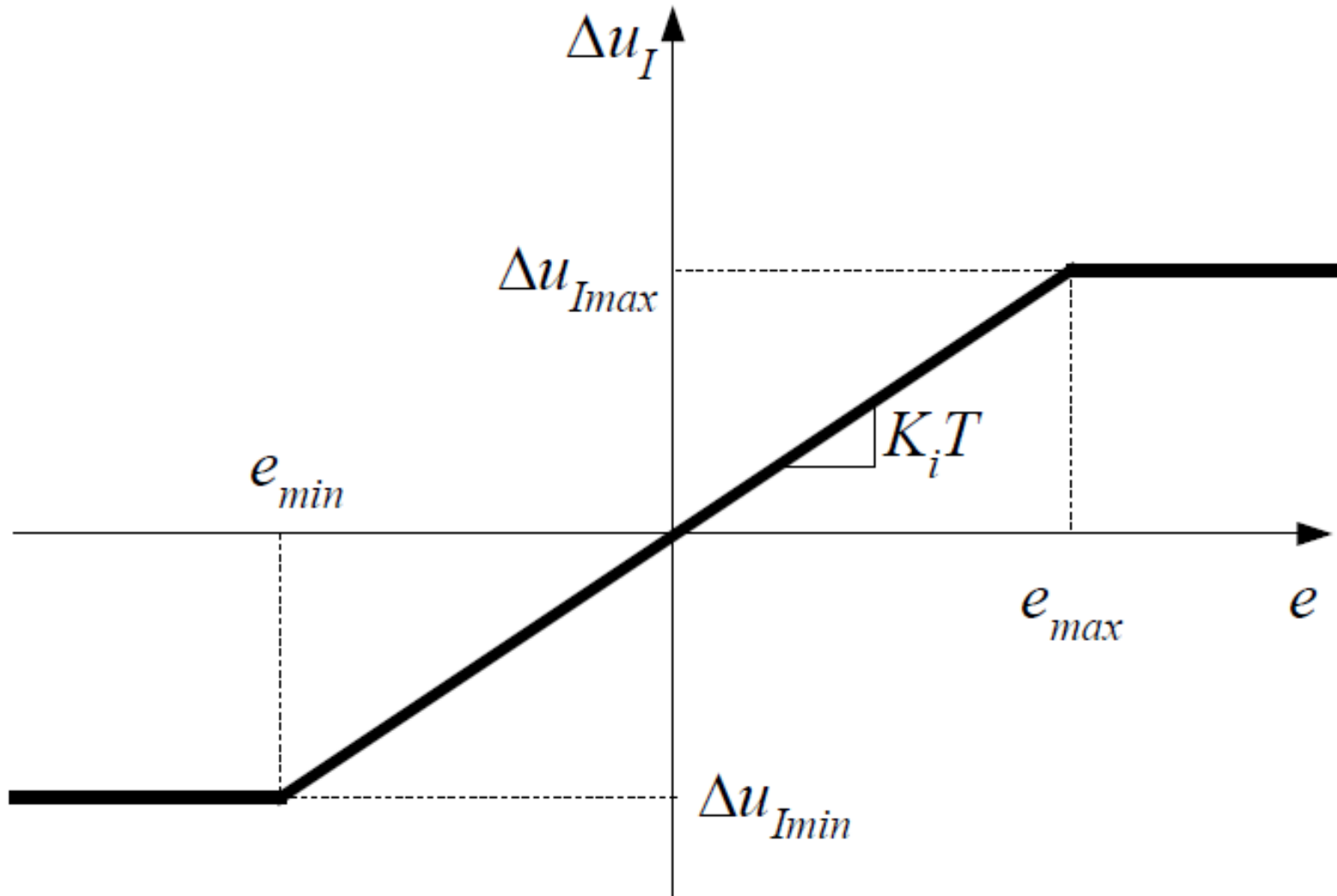
Si e es cero, **entonces** Δu_I es cero

Si e es positivo, **entonces** Δu_I es positiva



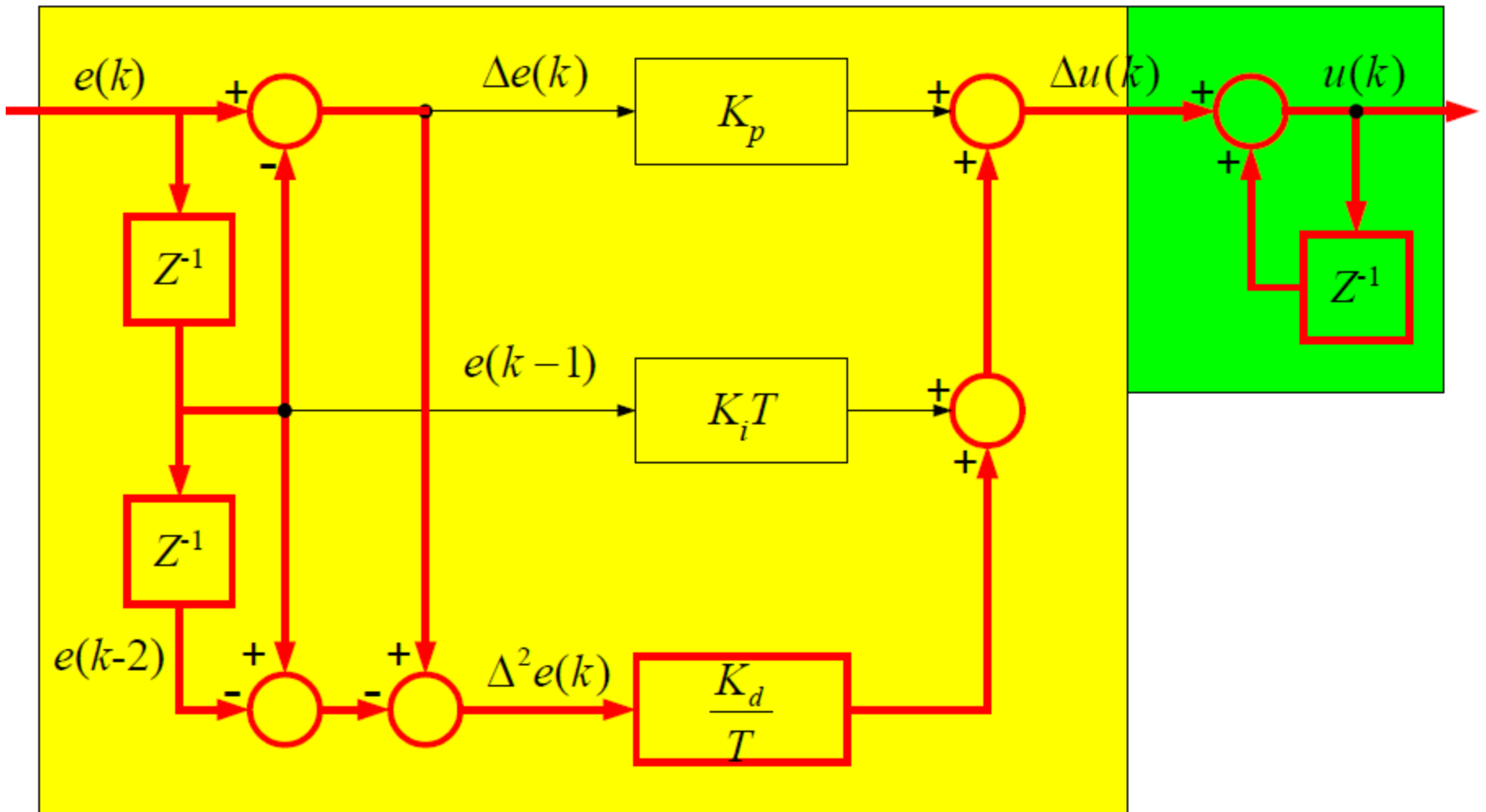
Tema 2.4 Control PID digital difuso desacoplado

- Mapeo de entrada-salida de la parte I



Tema 2.4 Control PID digital difuso desacoplado

■ Parte D del PID difuso desacoplado



Considerando solamente la trayectoria derivativa:

$$u(k) - u(k-1) = \Delta u_D(k) \quad \leftrightarrow \quad (1 - z^{-1})U = \Delta U_D$$

$$\Delta u_D(k) = \frac{K_d}{T} [e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)] \quad \leftrightarrow \quad \Delta U_D = \frac{K_d}{T} (1 - z^{-1})^2 E$$

de donde:

$$U = \frac{K_d}{T} (1 - z^{-1}) E \quad \leftrightarrow \quad u(k) = K_d \left(\frac{e(k) - e(k-1)}{T} \right)$$

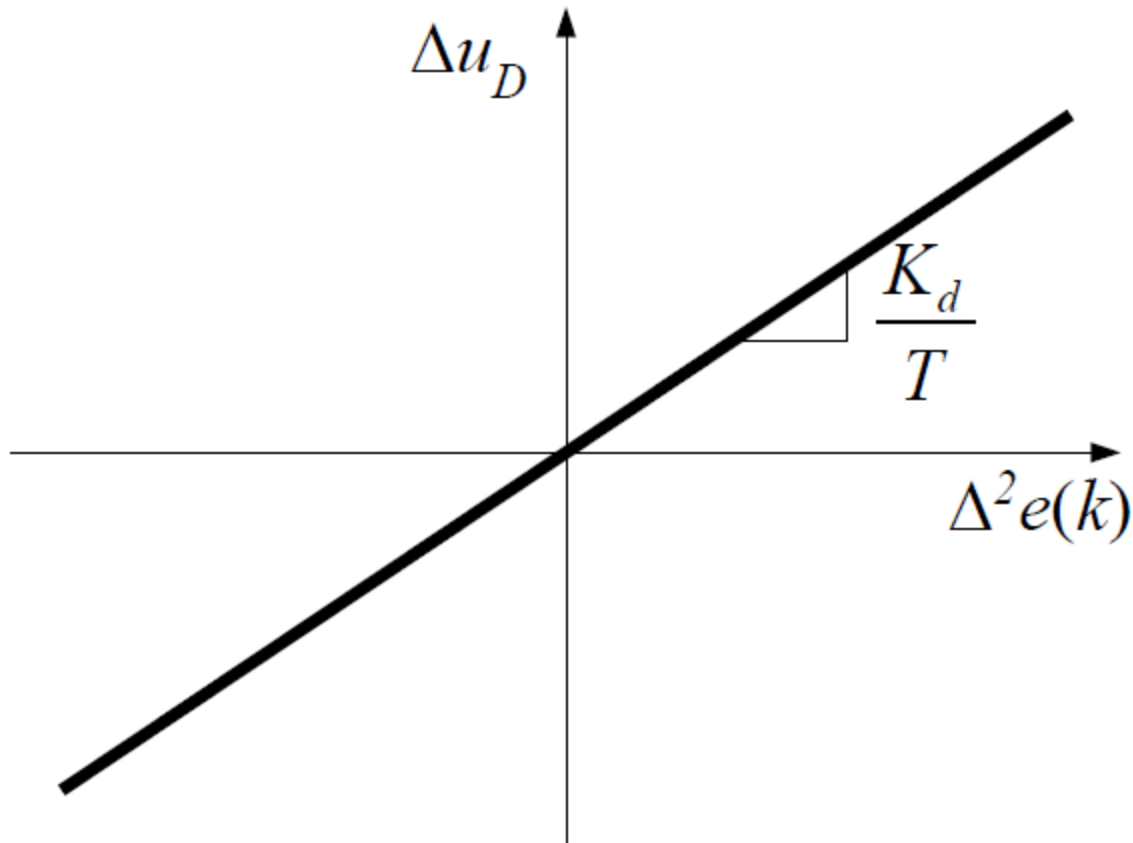
Por lo tanto, bajo la estructura del control PID digital,
el mapeo:

$$\Delta u_D(k) = \frac{K_d}{T} \Delta^2 e(k)$$

produce un efecto análogo al de la acción D.

Tema 2.4 Control PID digital difuso desacoplado

- Mapeo de entrada-salida de la parte D



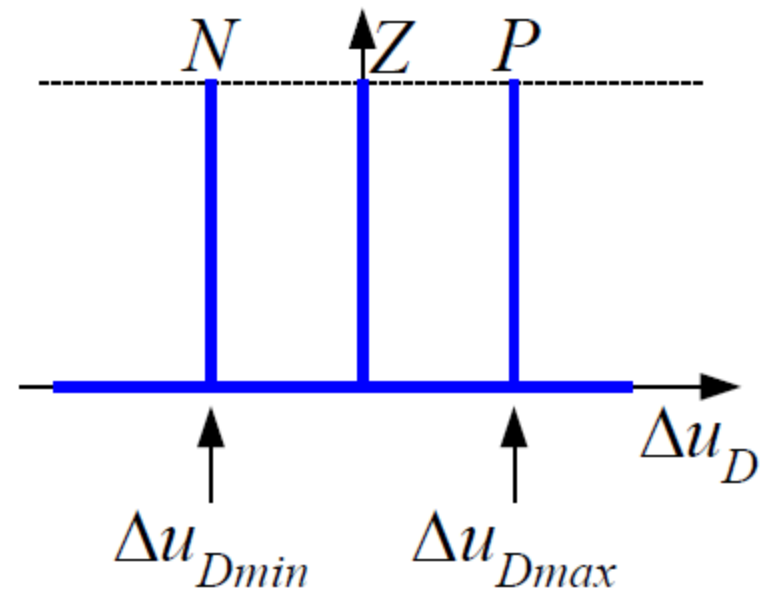
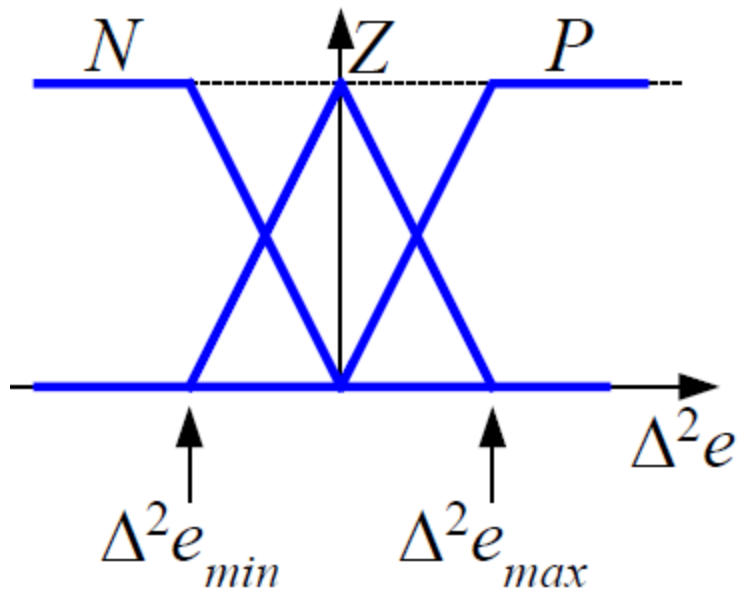
Tema 2.4 Control PID digital difuso desacoplado

■ Reglas de la acción D del controlador PID difuso desacoplado

Si $\Delta^2 e$ es negativo, **entonces** Δu_D es negativa

Si $\Delta^2 e$ es cero, **entonces** Δu_D es cero

Si $\Delta^2 e$ es positivo, **entonces** Δu_D es positiva



Tema 2.4 Control PID digital difuso desacoplado

- Mapeo de entrada-salida de la parte D

