Lógica Difusa para el Problema de la Propina

Guido Valenzano

Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Asunción

2 de marzo de 2017

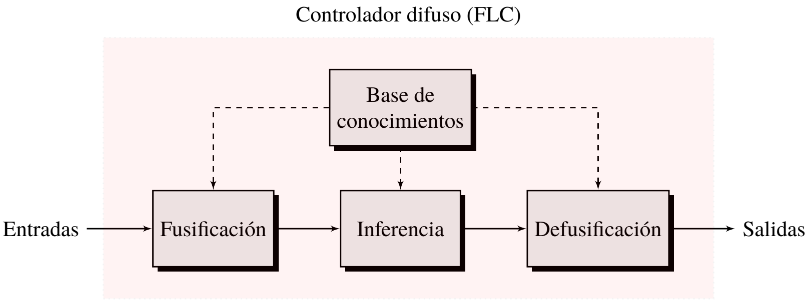
La Propina

Problema de la propina

Determinar el valor percentual de la propina a ser pagada en un restaurante, en función al costo total de la cuenta.

Diseño del Controlador

Diagrama de bloques del FLC



Pasos para el diseño de un FLC

- Selección de las variables de entrada y control. Definir que estados serán observados y que acciones de control serán consideradas.
- Elección de la forma en que las observaciones del proceso serán expresadas como conjuntos difusos.
- Diseño de las reglas. Determinar que reglas serán utilizadas y bajo que condiciones.
- Diseño de la unidad computacional, es decir, proveer los algoritmos para realizar los cálculos difusos.
- Definición de los mecanismos mediante los cuales las decisiones de control difuso pueden transformarse en acciones de control “clásico”.

Pasos para el diseño de un FLC

- Selección de las variables de entrada y control. Definir que estados serán observados y que acciones de control serán consideradas.
- Elección de la forma en que las observaciones del proceso serán expresadas como conjuntos difusos.
- Diseño de las reglas. Determinar que reglas serán utilizadas y bajo que condiciones.
- Diseño de la unidad computacional, es decir, proveer los algoritmos para realizar los cálculos difusos.
- Definición de los mecanismos mediante los cuales las decisiones de control difuso pueden transformarse en acciones de control “clásico”.

Pasos para el diseño de un FLC

- Selección de las variables de entrada y control. Definir que estados serán observados y que acciones de control serán consideradas.
- Elección de la forma en que las observaciones del proceso serán expresadas como conjuntos difusos.
- Diseño de las reglas. Determinar que reglas serán utilizadas y bajo que condiciones.
- Diseño de la unidad computacional, es decir, proveer los algoritmos para realizar los cálculos difusos.
- Definición de los mecanismos mediante los cuales las decisiones de control difuso pueden transformarse en acciones de control “clásico”.

Pasos para el diseño de un FLC

- Selección de las variables de entrada y control. Definir que estados serán observados y que acciones de control serán consideradas.
- Elección de la forma en que las observaciones del proceso serán expresadas como conjuntos difusos.
- Diseño de las reglas. Determinar que reglas serán utilizadas y bajo que condiciones.
- Diseño de la unidad computacional, es decir, proveer los algoritmos para realizar los cálculos difusos.
- Definición de los mecanismos mediante los cuales las decisiones de control difuso pueden transformarse en acciones de control "clásico".

Pasos para el diseño de un FLC

- Selección de las variables de entrada y control. Definir que estados serán observados y que acciones de control serán consideradas.
- Elección de la forma en que las observaciones del proceso serán expresadas como conjuntos difusos.
- Diseño de las reglas. Determinar que reglas serán utilizadas y bajo que condiciones.
- Diseño de la unidad computacional, es decir, proveer los algoritmos para realizar los cálculos difusos.
- Definición de los mecanismos mediante los cuales las decisiones de control difuso pueden transformarse en acciones de control “clásico”.

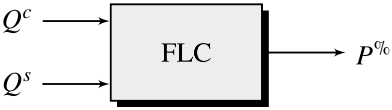
Paso 1

Paso 1

Selección de las variables de entrada y control. Definir que estados serán observados y que acciones de control serán consideradas.

Entradas

- Calidad de la comida Q^c
- Calidad del servicio Q^s



Salida de control

- Propina percentual $P^{\%}$

Paso 2

Paso 2

Elección de la forma en que las observaciones del proceso serán expresadas como conjuntos difusos.

Entradas

- Calidad de la comida Q^c

$$< \mathcal{X}_c,\ T_c(\mathcal{X}_c),\ U_c,\ G_c,\ M_c >$$

- Calidad de servicio Q^s

$$< \mathcal{X}_s,\ T_s(\mathcal{X}_s),\ U_s,\ G_s,\ M_s >$$

Salida de control

- Propina percentual $P^{\%}$

$$< \mathcal{X}_P,\ T_P(\mathcal{X}_P),\ U_P,\ G_P,\ M_P >$$

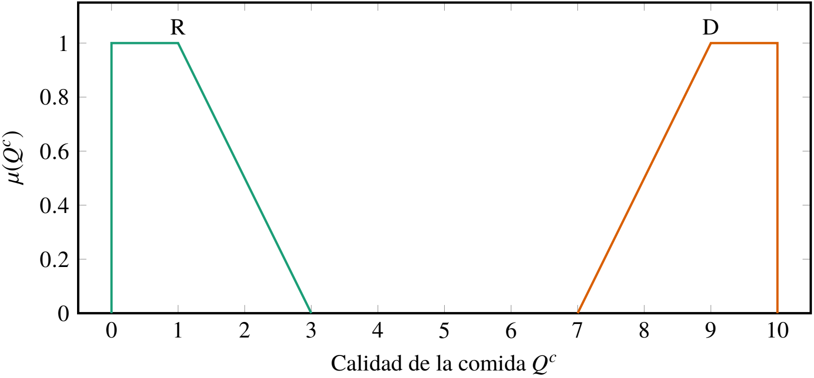
Entradas: Calidad de la comida

$\mathcal{X}_c$ Calidad de la comida Q^c

$T_c(\mathcal{X}_c)$ Rancia, Deliciosa

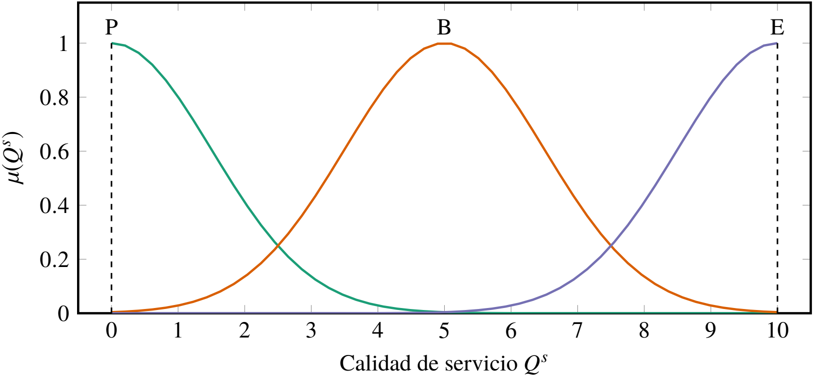
U_c $[0, 10]$

G_c, M_c



Entradas: Calidad de servicio

$\mathcal{X}_s$	Calidad de servicio Q^s
$T_s(\mathcal{X}_s)$	Pobre, Bueno, Excelente
U_s	$[0, 10]$
G_s, M_s	



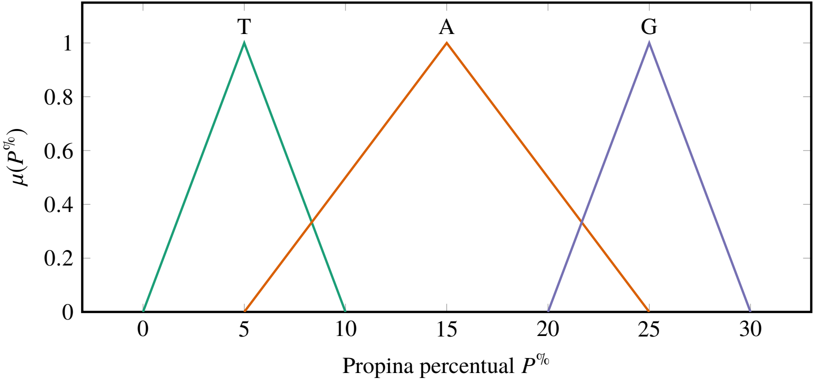
Salida: Propina percenual

$\mathcal{X}_P$ Propina percentual $P^{\%}$

$T_3(\mathcal{X}_P)$ Tacaña, Promedio, Generosa

U_P $[5, 25]\,\%$

G_P, M_P



Paso 3

Paso 3

Diseño de las reglas. Determinar que reglas serán utilizadas y bajo que condiciones.

$$
\begin{array}{llllllll}
R_1: & \textbf{if} & Q^s = P & \textbf{or} & Q^c = R & \textbf{then} & P^{\%} = T \\
R_2: & \textbf{if} & Q^s = B & & & \textbf{then} & P^{\%} = A \\
R_3: & \textbf{if} & Q^s = E & \textbf{or} & Q^c = D & \textbf{then} & P^{\%} = G
\end{array}
$$

Paso 4

Paso 4

Diseño de la unidad computacional, es decir, proveer los algoritmos para realizar los cálculos difusos.

Inferencia Mamdani

Implicación Mínimo

Composición Máximo

Paso 5

Paso 5

Definición de los mecanismos mediante los cuales las decisiones de control difuso pueden transformarse en acciones de control "clásico".

Método de defusificación

- Método de la Altura (HM) o Promedio Ponderado

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{n} c_i(\tilde{P}^{\%})\ \mu_i(\tilde{P}^{\%})}{\sum_{i=1}^{n} \mu_i(\tilde{P}^{\%})}$$

Ejemplo

Ejemplo

Si las entradas del sistema son:

$$Q^s = 3$$
$$Q^c = 8$$

Encontrar:

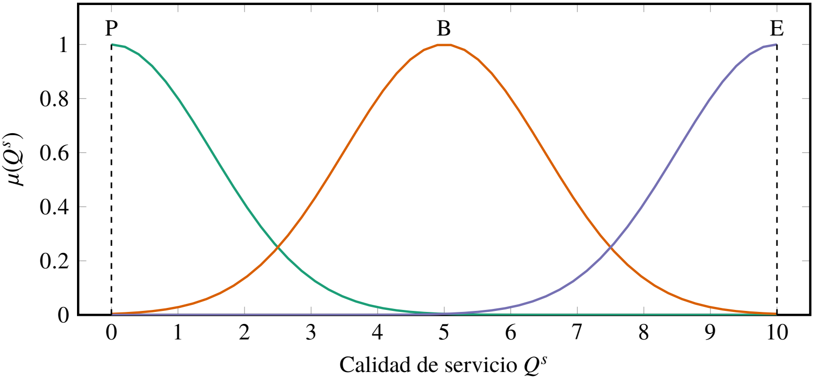
- Las entradas difusas $\tilde{Q}^s$ y $\tilde{Q}^c$
- Las reglas que fueron activadas
- La salida difusa $\tilde{P}^{\%}$
- La salida de control clásico $P^{\%}$

Fuzzificación: Calidad de servicio

$$Q^s = 3 \tag{1}$$

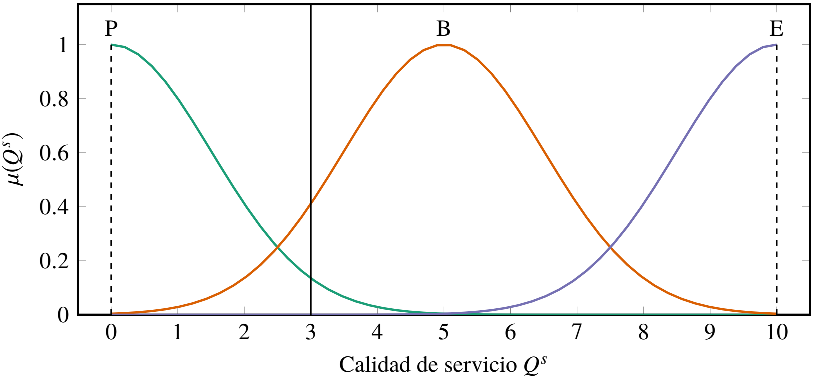
Fuzzificación: Calidad de servicio

$$Q^s = 3 \qquad (1)$$



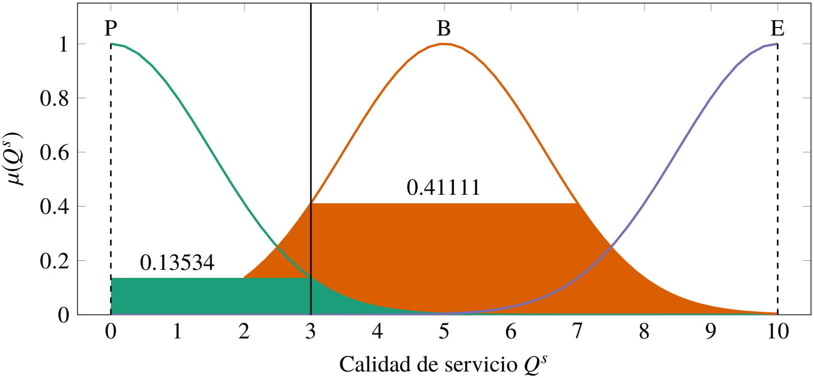
Fuzzificación: Calidad de servicio

$$Q^s = 3 \tag{1}$$



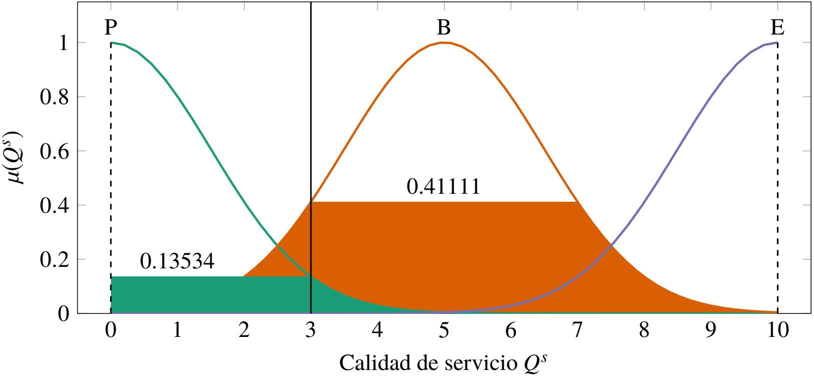
Fuzzificación: Calidad de servicio

$$Q^s = 3 \tag{1}$$



Fuzzificación: Calidad de servicio

$$Q^s = 3 \tag{1}$$



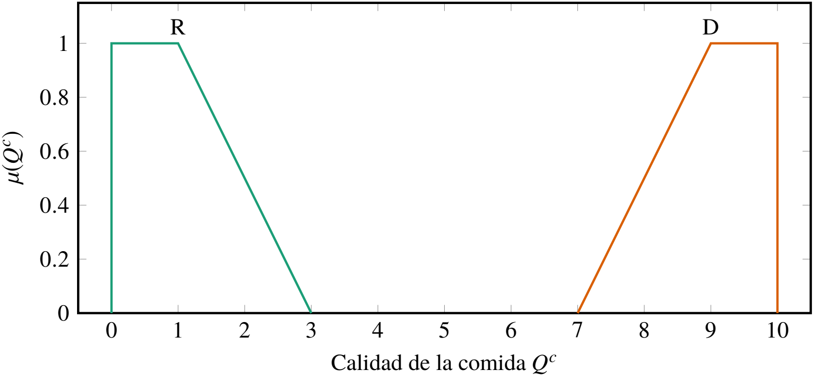
$$\tilde{Q}_3^s = \frac{0.13534}{\mathrm{P}} + \frac{0.41111}{\mathrm{B}} \tag{2}$$

Fuzzificación: Velocidad angular

$$Q^c = 8 \tag{3}$$

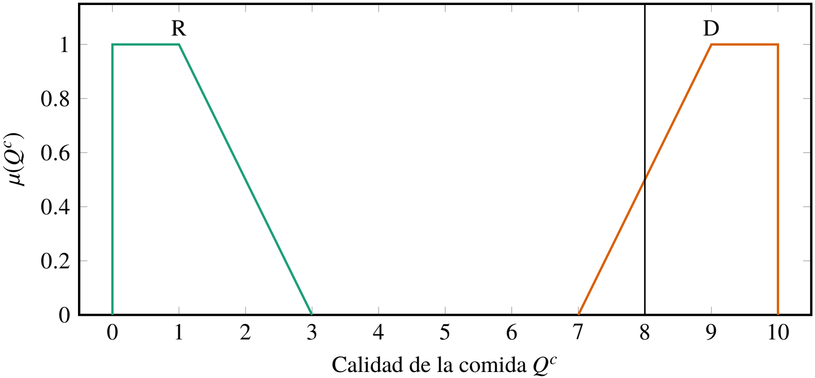
Fuzzificación: Velocidad angular

$$Q^c = 8 \tag{3}$$



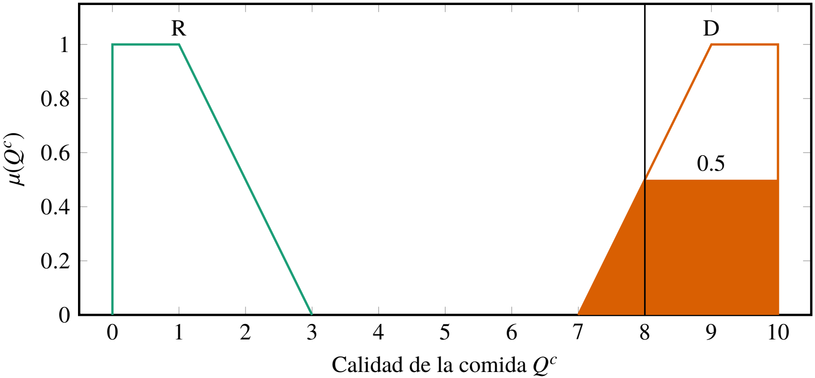
Fuzzificación: Velocidad angular

$$Q^c = 8 \tag{3}$$



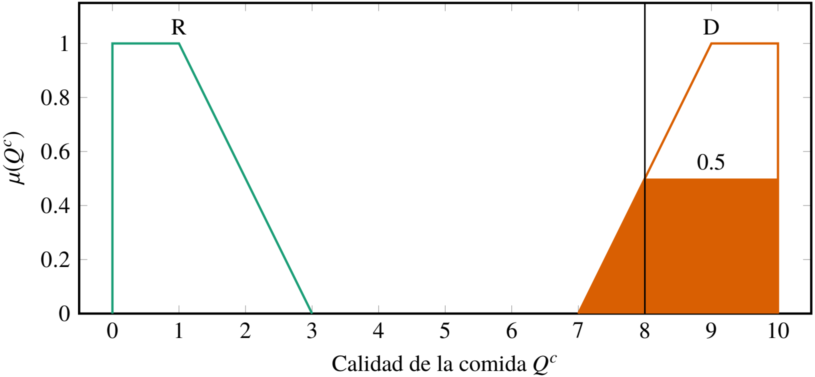
Fuzzificación: Velocidad angular

$$Q^c = 8 \quad (3)$$



Fuzzificación: Velocidad angular

$$Q^c = 8 \tag{3}$$



$$\tilde{Q}^c_8 = \frac{0.5}{\mathrm{D}} \tag{4}$$

Activación de reglas

$$\tilde{Q}_3^s = \frac{0.13534}{\mathrm{P}} + \frac{0.41111}{\mathrm{B}}$$

$$\tilde{Q}_8^c = \frac{0.5}{\mathrm{D}}$$

$$\begin{array}{llllllll}
R_1: & \textbf{if} & Q^s = P & \textbf{or} & Q^c = R & \textbf{then} & P^{\%} = T \\
R_2: & \textbf{if} & Q^s = B & & & \textbf{then} & P^{\%} = A \\
R_3: & \textbf{if} & Q^s = E & \textbf{or} & Q^c = D & \textbf{then} & P^{\%} = G
\end{array}$$

Activación de reglas

$$\tilde{Q}_3^s = \frac{0.13534}{\mathrm{P}} + \frac{0.41111}{\mathrm{B}}$$

$$\tilde{Q}_8^c = \frac{0.5}{\mathrm{D}}$$

R_1: **if** $Q^s = P$ **or** $Q^c = R$ **then** $P^{\%} = T$
R_2: **if** $Q^s = B$ **then** $P^{\%} = A$
R_3: **if** $Q^s = E$ **or** $Q^c = D$ **then** $P^{\%} = G$

$$\tilde{P}^{\%} = \frac{}{T} + \frac{}{A} + \frac{}{G}$$

Activación de reglas

$$\tilde{Q}_3^s = \frac{0.13534}{\mathrm{P}} + \frac{0.41111}{\mathrm{B}}$$

$$\tilde{Q}_8^c = \frac{0.5}{\mathrm{D}}$$

R_1: **if** $Q^s = P$ **or** $Q^c = R$ **then** $P^{\%} = T$

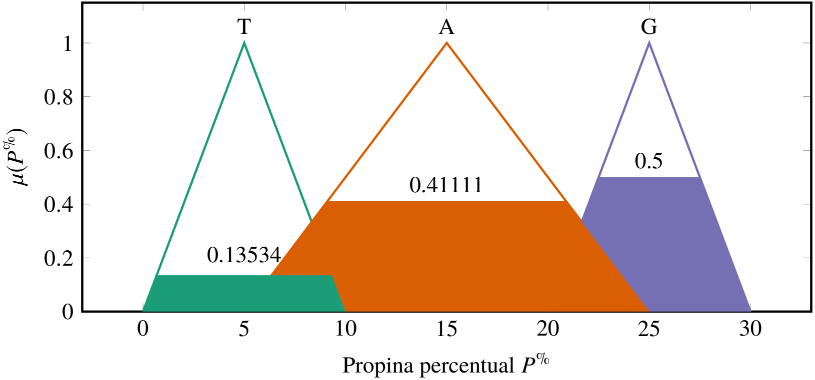
R_2: **if** $Q^s = B$ **then** $P^{\%} = A$

R_3: **if** $Q^s = E$ **or** $Q^c = D$ **then** $P^{\%} = G$

$$\tilde{P}^{\%} = \frac{0.13534}{T} + \frac{0.41111}{A} + \frac{0.5}{G}$$

Defusificación

$$\tilde{P}^{\%} = \frac{0.13534}{T} + \frac{0.41111}{A} + \frac{0.5}{G}$$



Defusificación

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{n} c_i(\tilde{P}^{\%})\ \mu_i(\tilde{P}^{\%})}{\sum_{i=1}^{n} \mu_i(\tilde{P}^{\%})}$$

Defusificación

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{n} c_i(\tilde{P}^{\%})\ \mu_i(\tilde{P}^{\%})}{\sum_{i=1}^{n} \mu_i(\tilde{P}^{\%})}$$

$$P^{\%} = \frac{5 \times 0.13534 + 15 \times 0.41111 + 25 \times 0.5}{0.2 + 0.36 + 0.64}$$

Defusificación

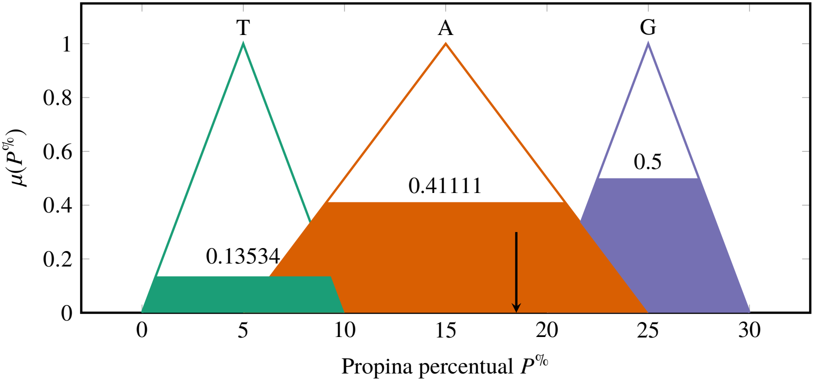
$$P = \frac{\sum_{i=1}^{n} c_i(\tilde{P}^{\%})\ \mu_i(\tilde{P}^{\%})}{\sum_{i=1}^{n} \mu_i(\tilde{P}^{\%})}$$

$$P^{\%} = \frac{5 \times 0.13534 + 15 \times 0.41111 + 25 \times 0.5}{0.2 + 0.36 + 0.64}$$

$$P^{\%} = 18.485$$

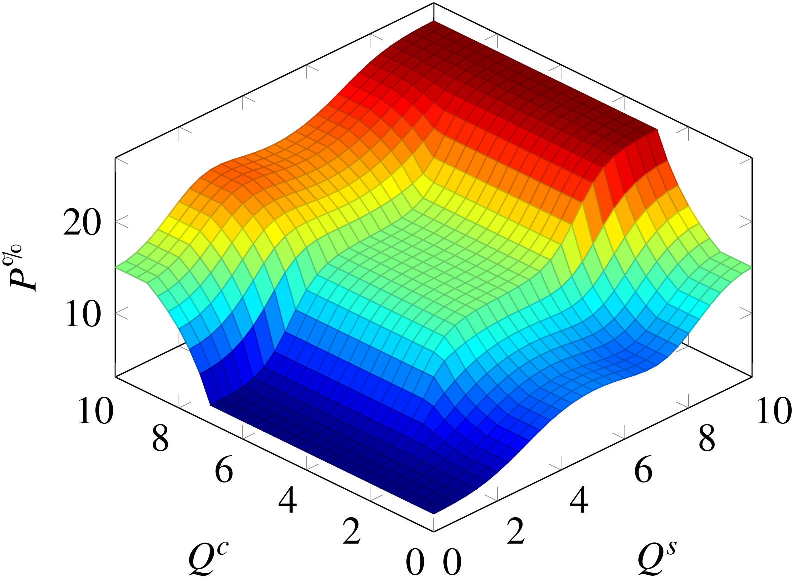
Defusificación

$$P^{\%} = 18.485$$

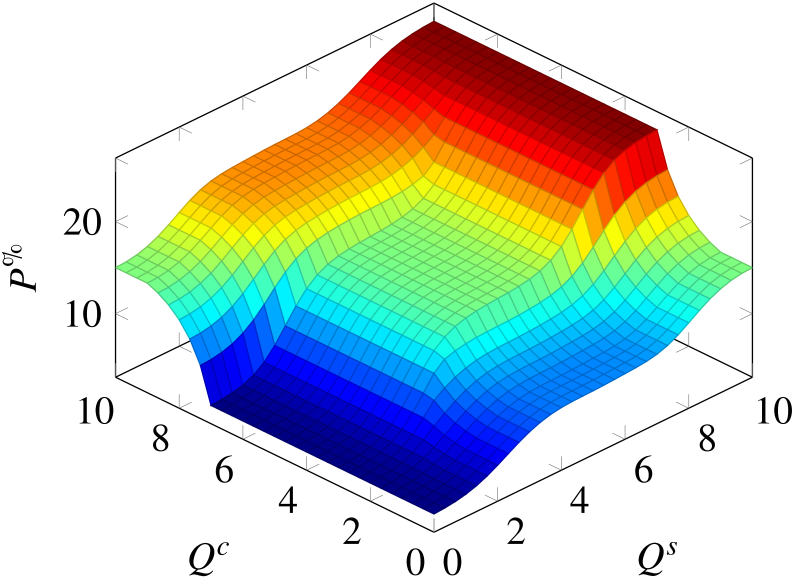


En general…

Promedio ponderado



Centro de sumas



Fin