

Introducción a la lógica difusa

Javier Solano

Grupo de Investigación de Sistemas de Energía Eléctrica - GISEL

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones - E3T

Modelado y Simulación II

Bucaramanga, Colombia

1. Introducción
2. Lógica difusa
3. Diseño
4. Aplicaciones de la lógica difusa
5. Ejemplo numérico

Soft computing

- Métodos utilizados para resolver de forma aproximada problemas complejos en sistemas difíciles de modelar
- Solución aproximada. No es exacta. La incertidumbre es un problema.
- Lógica difusa, razonamiento probabilístico, redes neuronales.
- Redes bayesianas, fractales y teoría del caos, etc

- Propuesta por Lotfi Zadeh – Ingeniero electricista

Fuzzy logic = Computing with words and perceptions

1965 – “Fuzzy sets”

1974 – Mamdani. Control de una aplicación industrial

- Conducir un vehículo:

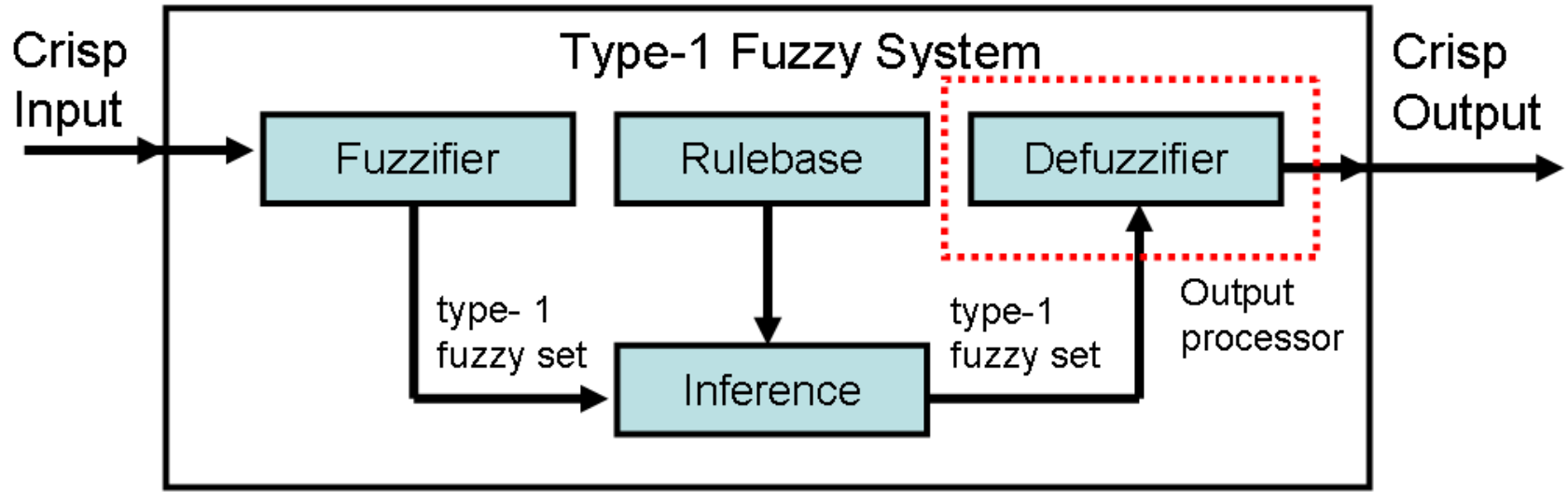
Información:

Percepción de velocidad + Percepción de distancia

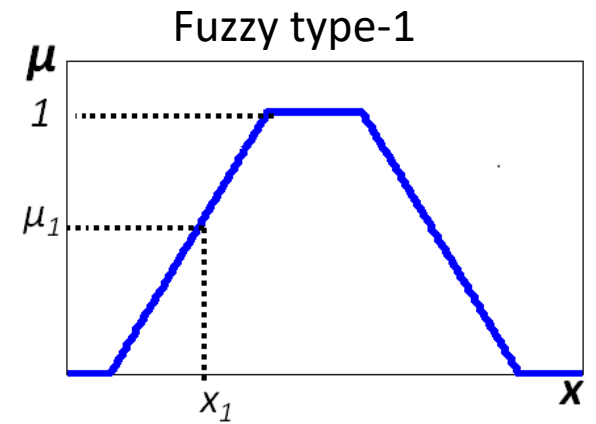
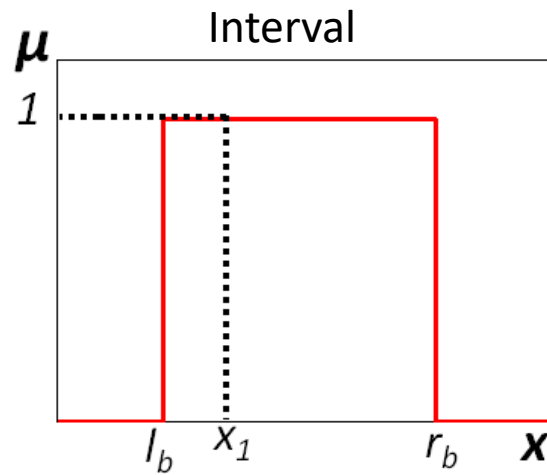
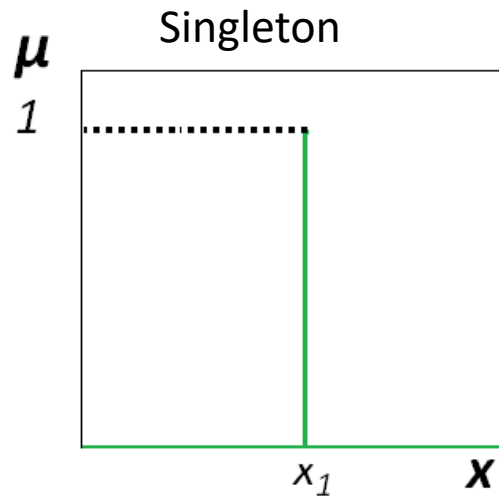
- Todos pensamos diferente y tenemos diferentes percepciones del mundo

[Video CCI](#)

Arquitectura de un sistema lógica difusa

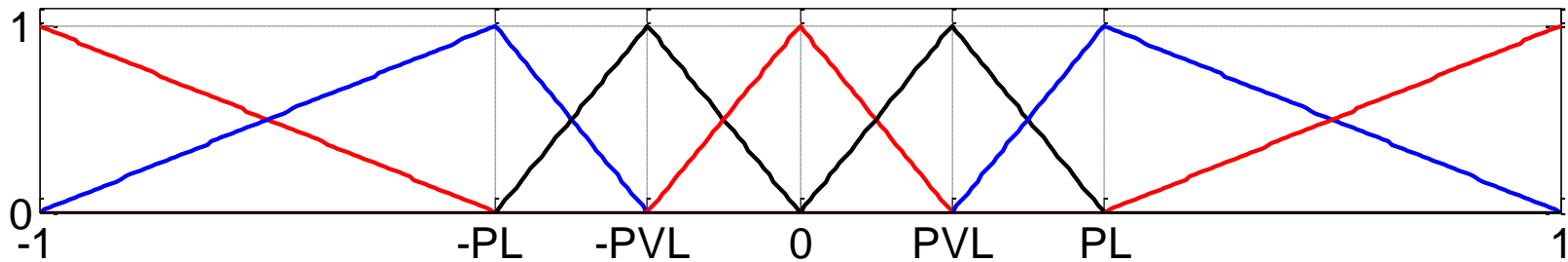


Funciones de pertenencia



Diseño de un sistemas lógica difusa

- Reglas y funciones de pertenencia



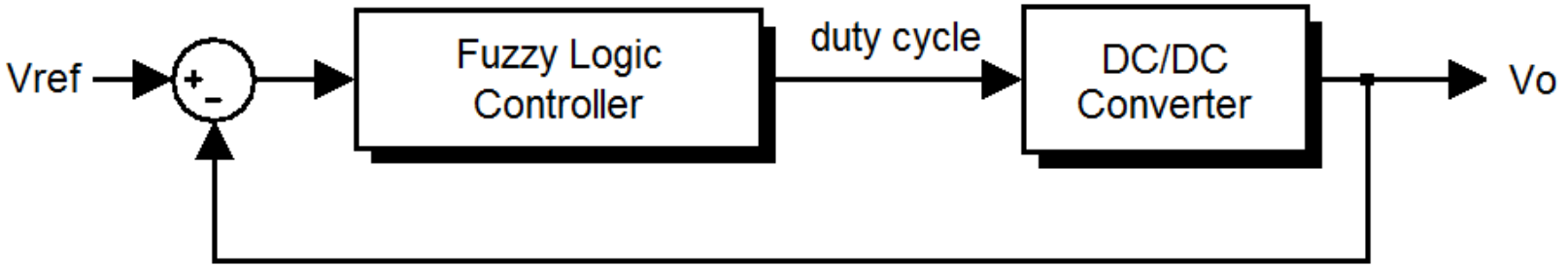
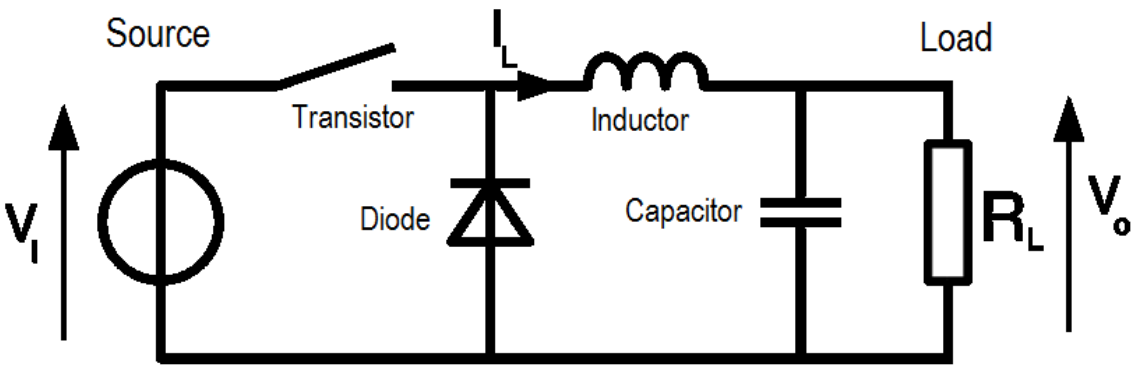
- Experiencia humana
- Optimización (ANFIs, AG...)

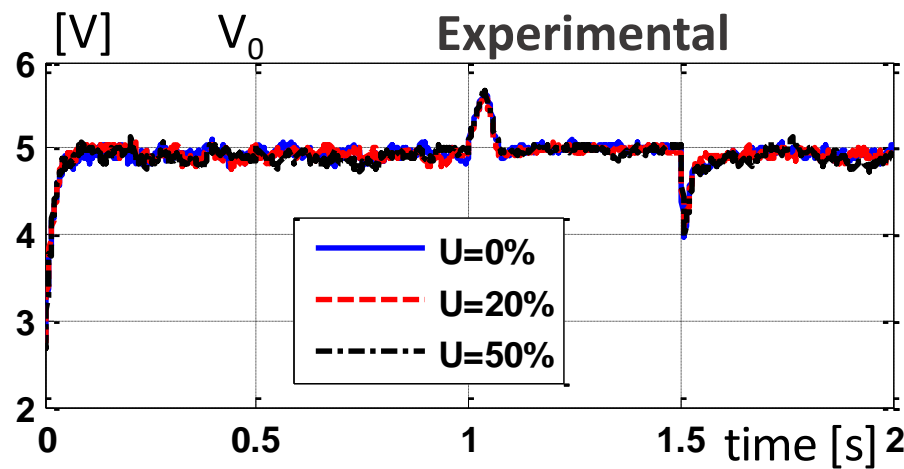
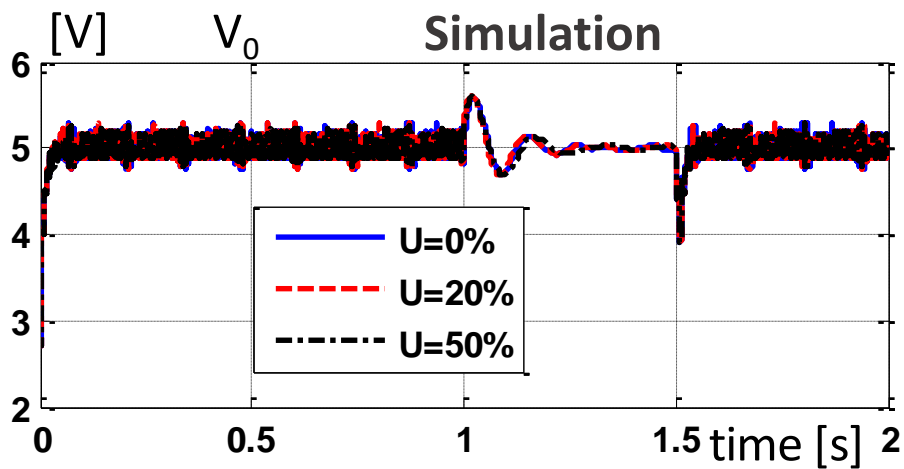
- Control:

Robótica, procesos industriales, electrodomésticos, etc

- Modelado:

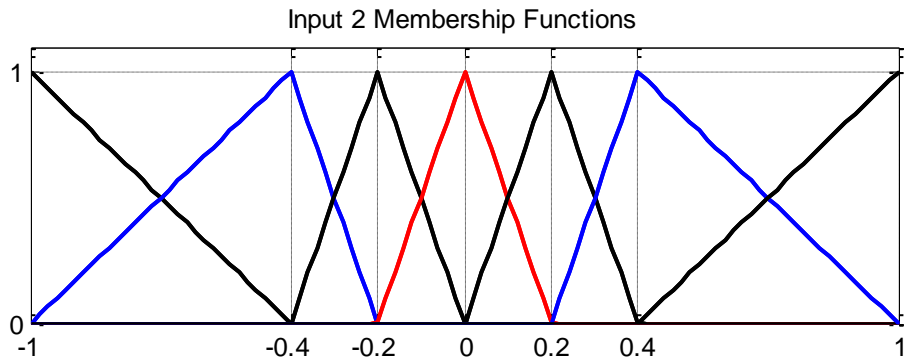
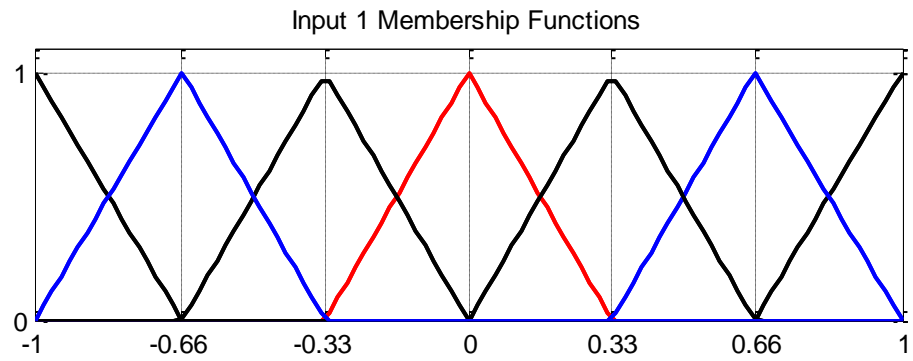
Diagnostico, pronostico, modelado de funciones quasi-periódicas, etc





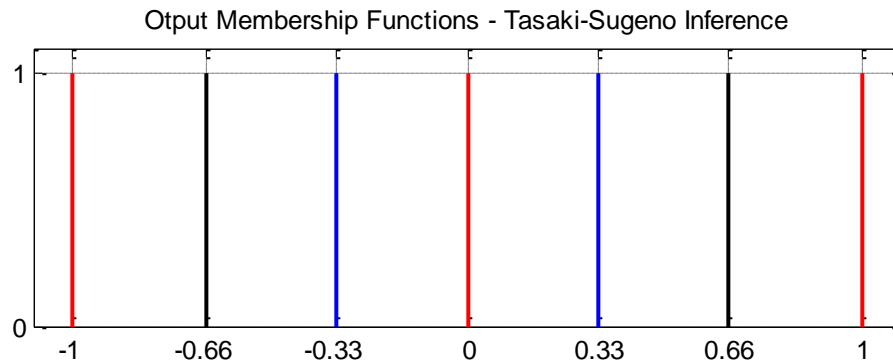
Input membership functions

NH NL NVL Z PVL PL PH



Output membership functions

NH NL NVL Z PVL PL PH

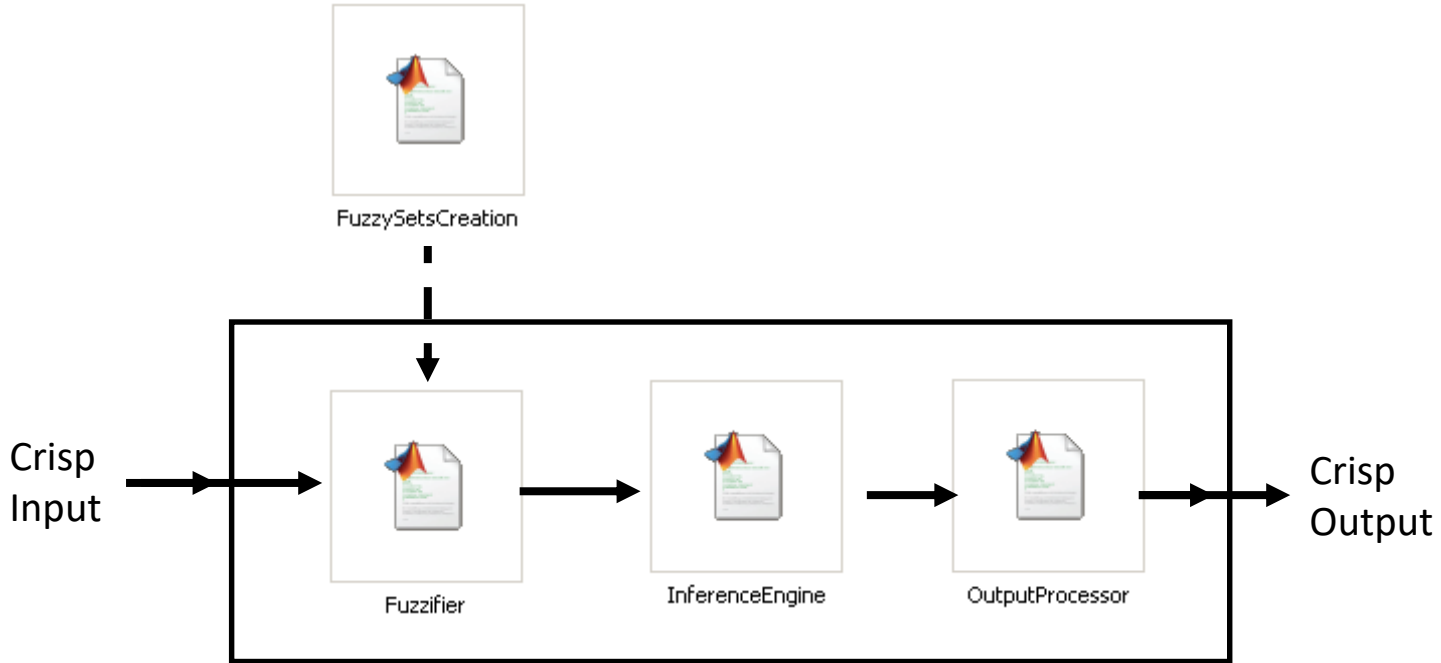


Reglas

Fuzzy rules

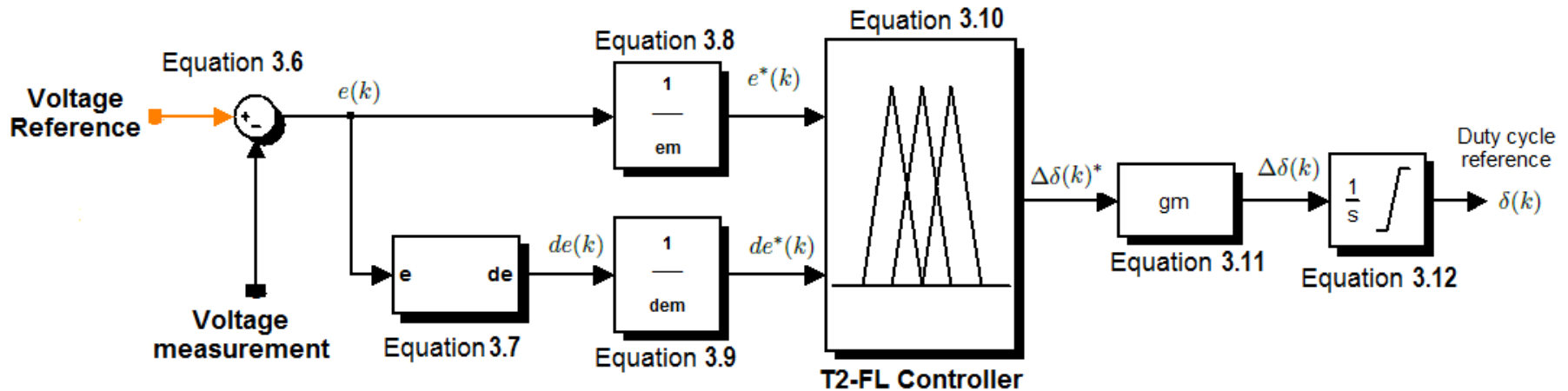
$\Delta\delta$							
$e \downarrow de \rightarrow$	NH	NL	NVL	Z	PVL	PL	PH
NH	NH	NH	NH	NL	NL	NVL	Z
NL	NH	NH	NL	NL	NVL	Z	PVL
NVL	NH	NL	NL	NVL	Z	PVL	PL
Z	NL	NL	NVL	Z	PVL	PL	PL
PVL	NL	NVL	Z	PVL	PL	PL	PH
PL	NVL	Z	PVL	PL	PL	PH	PH
PH	Z	PVL	PL	PL	PH	PH	PH

Ejemplo numérico

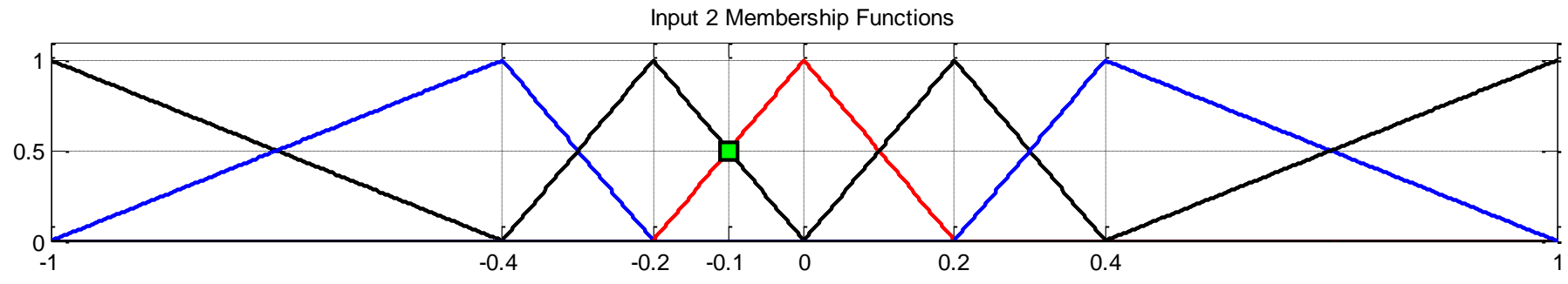
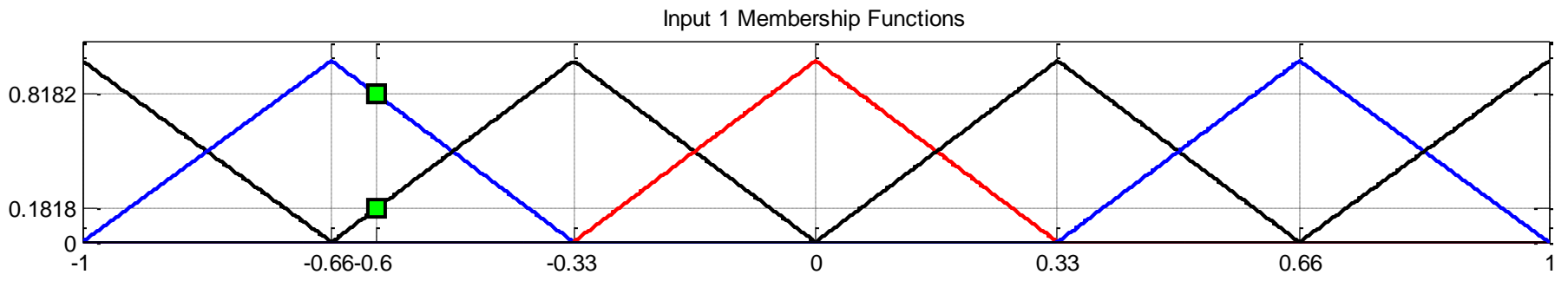


- Calcular el valor de salida si la entrada es:

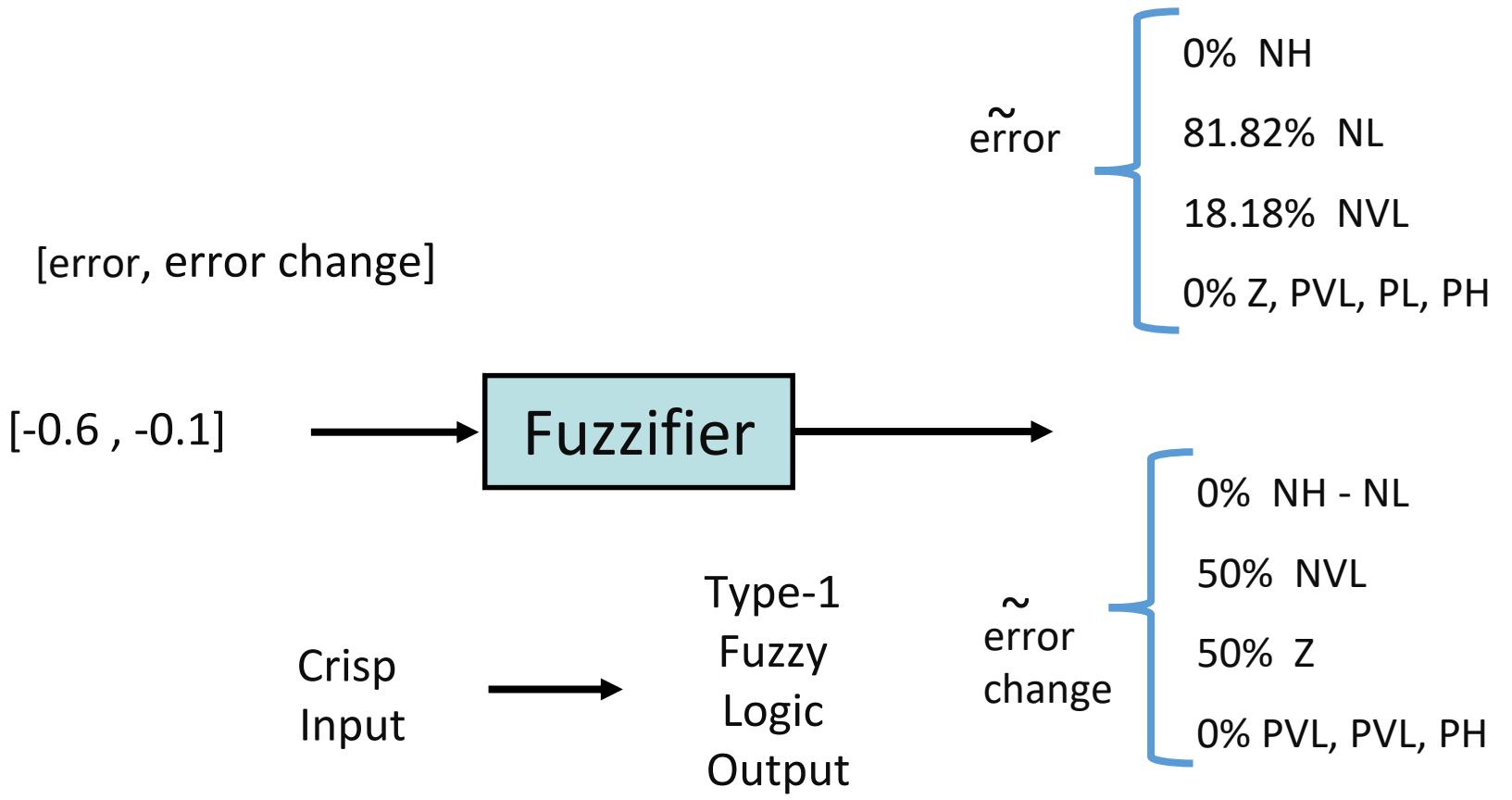
$$[\text{error, error change}] = [-0.6, -0.1]$$



Fuzzification



Fuzzification

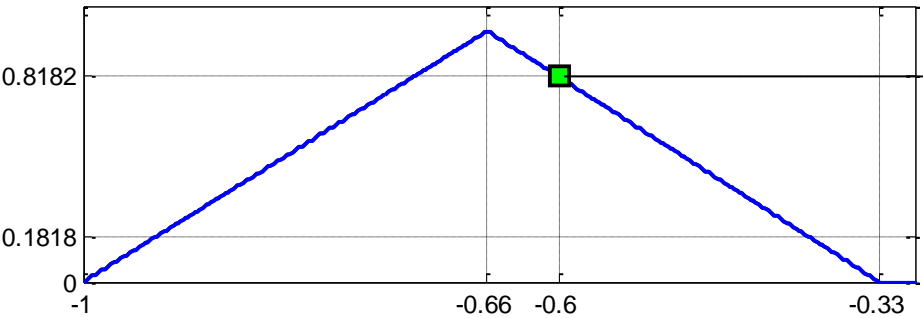


Inferencia

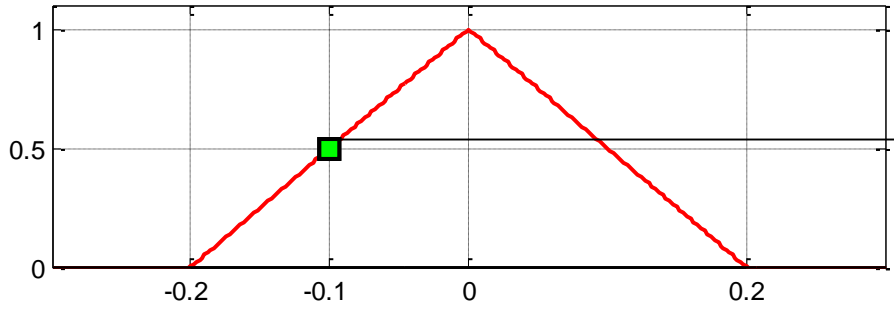
Fuzzy rules

		$\Delta\delta$					
$e \downarrow de \rightarrow$	NH	NL	NVL	Z	PVL	PL	PH
NH	NH	NH	NH	NL	NL	NVL	Z
NL	NH	NH	NL	NL	NVL	Z	PVL
NVL	NH	NL	NL	NVL	Z	PVL	PL
Z	NL	NL	NVL	Z	PVL	PL	PL
PVL	NL	NVL	Z	PVL	PL	PL	PH
PL	NVL	Z	PVL	PL	PL	PH	PH
PH	Z	PVL	PL	PL	PH	PH	PH

Input 1 Membership Functions

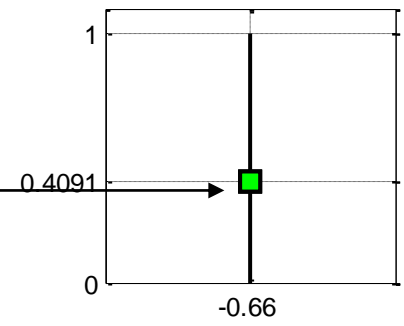


Input 2 Membership Functions

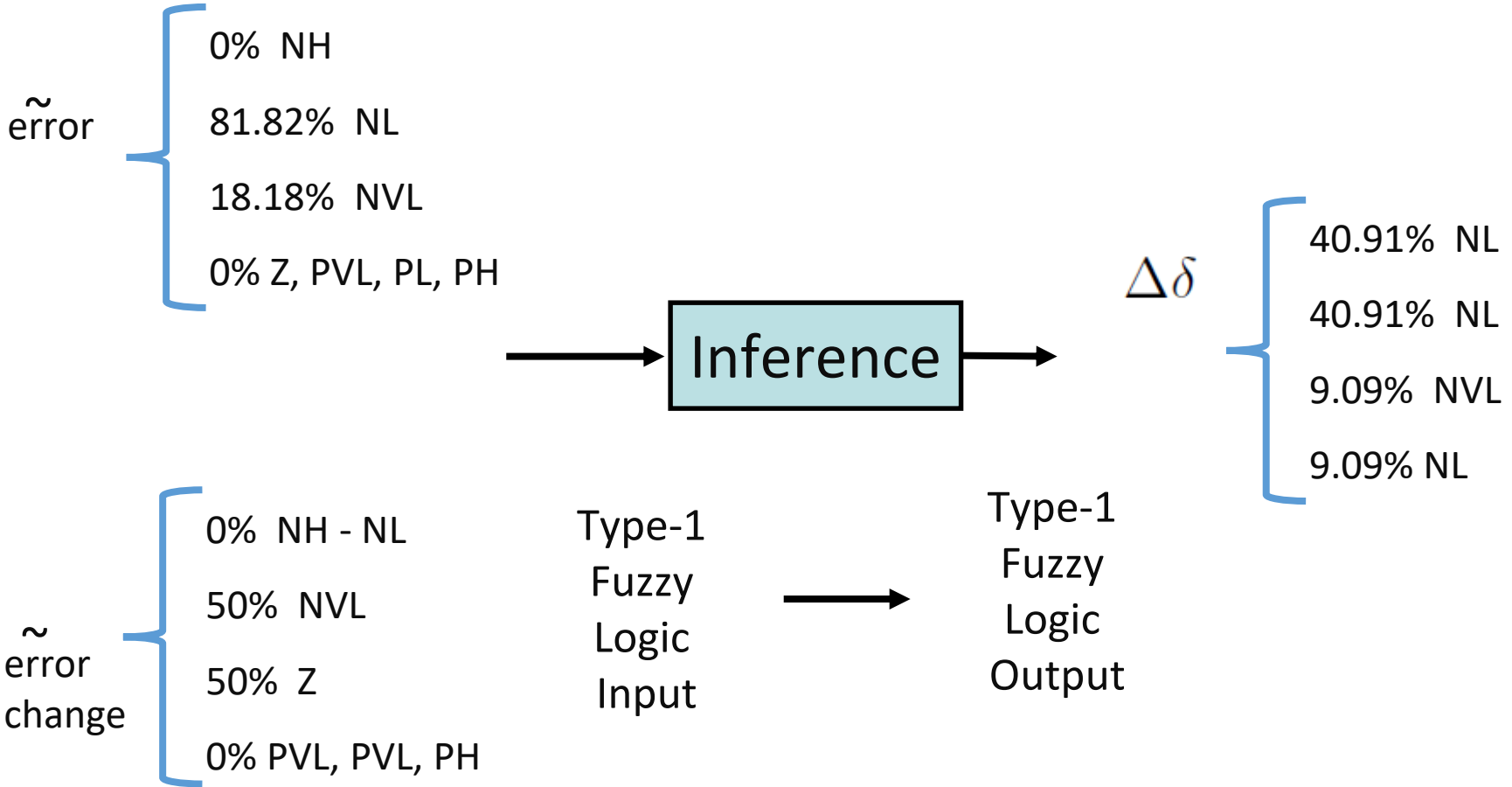


product

Output Membership Functions



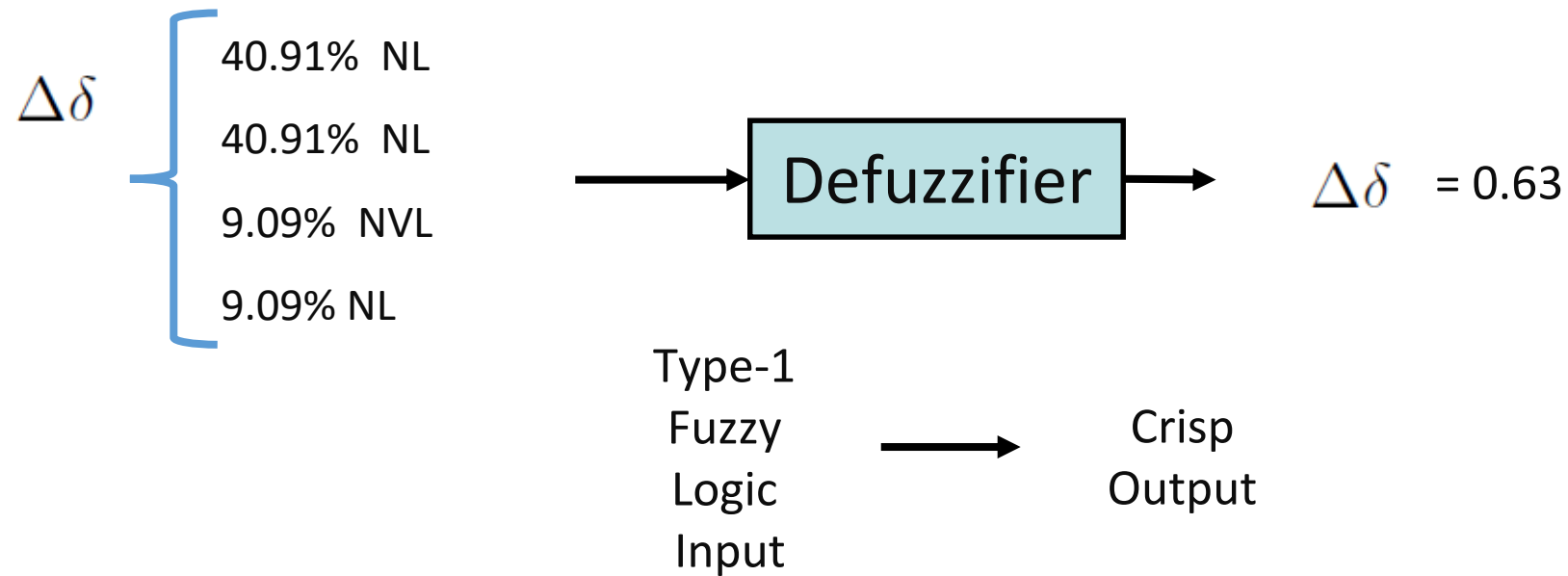
Inference



$\Delta\delta$ se calcula utilizando el centro de masas

$$\frac{\sum_{i=1}^4 \mu(x_i) \cdot x_i}{\sum_{i=1}^4 \mu(x_i)}$$

$$\Delta\delta = \frac{0.4091 * -0.66 + 0.4091 * -0.66 + 0.0909 * -0.33 + 0.0909 * -0.66}{0.4091 + 0.4091 + 0.0909 + 0.0909} = -0.63$$



Fuzzy control surface

