



Lógica Difusa



Definición

CUANDO HABLAMOS DE LÓGICA DIFUSA, EL ADJETIVO “DIFUSO” SE DEBE A QUE EN ESTA LÓGICA, LOS VALORES DE VERDAD SON NO-DETERMINISTAS Y TIENEN, POR LO GENERAL, UNA CONNOTACIÓN DE INCERTIDUMBRE.

Estructura

LA LÓGICA DIFUSA TIENE COMO BASE LOS DENOMINADOS CONJUNTOS DIFUSOS Y POSEE UN SISTEMA DE INFERENCIA BASADO EN REGLAS DE PRODUCCIÓN DE LA FORMA “SI ANTECEDENTE ENTONCES CONSECUENTE”, DONDE LOS VALORES LINGÜÍSTICOS DEL ANTECEDENTE Y EL CONSECUENTE ESTÁN DEFINIDOS POR CONJUNTOS DIFUSOS.



APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS BASADOS EN LÓGICA

CONTROL
NUMÉRICO

SOPORTE
DE DECISIÓN

SISTEMAS
EXPERTOS

CLASIFICACIÓN

VISIÓN
COMPUTARIZADA



Ejemplo:

El problema consiste en determinar el valor “correcto”, para una propina que se debe abonar en función de algunas características del servicio recibido.

LA ESENCIA DEL PROBLEMA ES QUE:

SI EL SERVICIO ES POBRE LUEGO LA PROPINA ES POCA

SI EL SERVICIO ES BUENO LUEGO LA PROPINA ES MEDIA

SI EL SERVICIO ES EXCELENTE LUEGO LA PROPINA ES GENEROSA

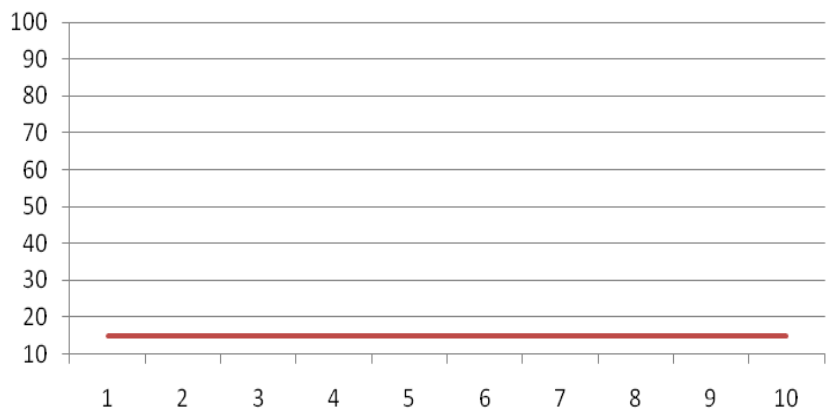
**SI QUISIÉRAMOS INCLUIR LA INCIDENCIA DE LA CALIDAD DE LA COMIDA
SOLO AGREGAMOS ALGUNAS REGLAS:**

SI LA COMIDA ES RANCIA LUEGO LA PROPINA ES POCA

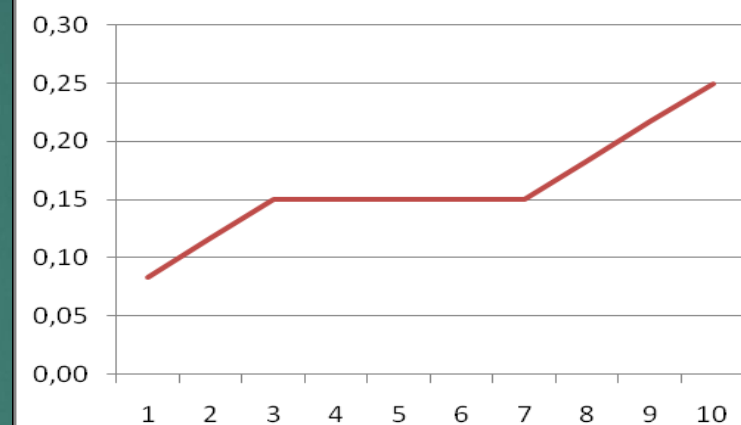
SI LA COMIDA ES DELICIOSA LUEGO LA PROPINA ES GENEROSA



Caso de lógica tradicional



Ensayo de una función diferente



Si servicio es ≤ 3 , propina = $(0.10/3) * \text{servicio} + 0.05$;

else si servicio ≤ 7 , propina = 0.15;

else si servicio ≤ 10 , propina = $(0.10/3) * (\text{servicio} - 7) + 0.15$;



Podemos combinar las dos listas de reglas en una sola:

- **Si el servicio es pobre o la comida es rancia luego la propina es poca**
- **Si el servicio es bueno luego la propina es media**
- **Si el servicio es excelente o la comida es deliciosa luego la propina es generosa**



Un sistema de inferencia difusa, interpreta los valores de un vector de entrada y basado en un conjunto de reglas, asigna valores al vector de salida.

Caso general:

Entrada
Interpretación



Salida
Asignación

Caso específico:

Servicio
Pobre, Bueno o Excelente



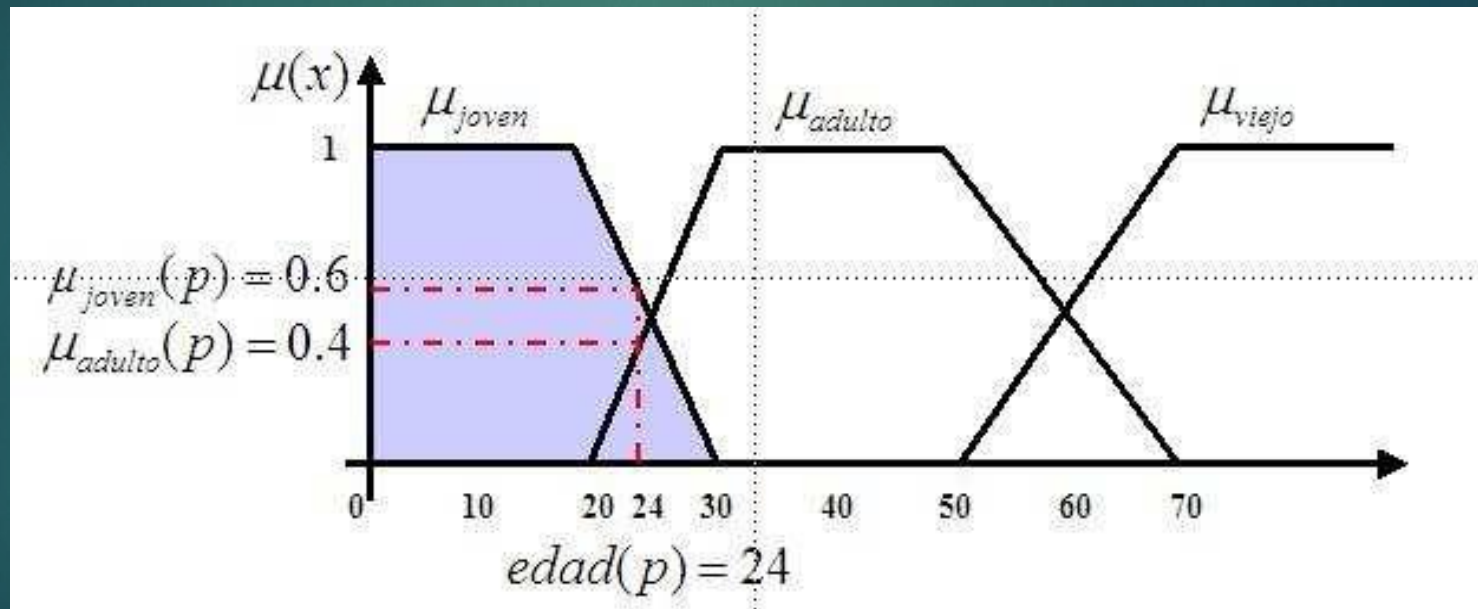
Propina
Baja, Media o Generosa



Función de membresía

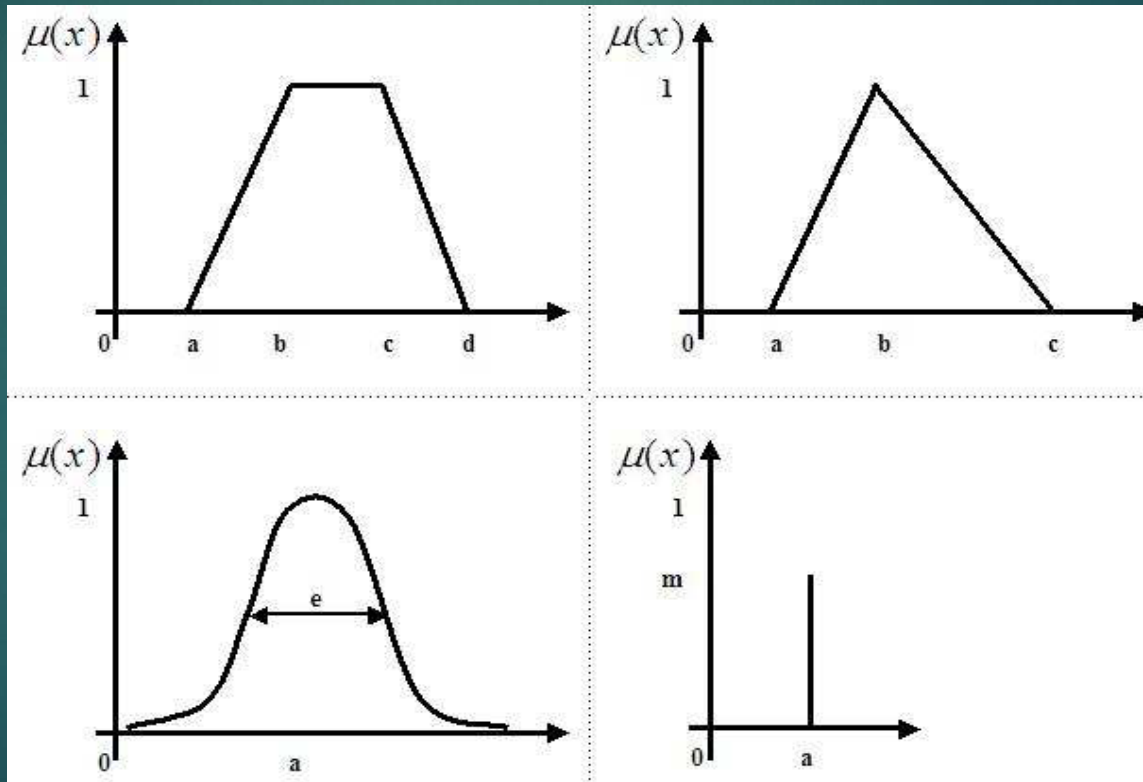
$$\mu_{\text{joven}}(x) = 1 \text{ si } \text{edad}(x) \leq 20$$

$$1 - ((\text{edad}(x) - 20)/10)$$





Funciones de membresía: Trapezoidal, Triangular, Gaussiana y Singleton





Una regla difusa toma la forma:

Si X es A luego Y es B

Donde A y B son valores lingüísticos definidos por conjuntos difusos sobre los rangos X e Y respectivamente.

La primera parte de la regla es el antecedente o premisa, mientras que la parte final es el consecuente.

Por ejemplo:

Antecedente

Si el **servicio** es **bueno**
 X A

luego

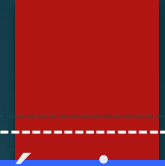
Consecuente

la **propina** es **media**
 Y B



ATENCIÓN!!!!!!

Notar que el Antecedente (servicio), es una interpretación que retorna un número entre 0 y 1, mientras que el Consecuente es una sentencia que asigna el conjunto fuzzy completo B a la variable de salida Y.



Etapas para la aplicación de las reglas de Lógica Difusa

PASO I: FUZIFICACIÓN DE LAS ENTRADAS

SE DEBEN RESOLVER TODAS LAS SENTENCIAS EN EL ANTECEDENTE EN FUNCIÓN DE SU GRADO DE MEMBRESÍA ENTRE 0 Y 1.

PASO II: APLICACIÓN DE LOS OPERADORES DIFUSOS

SI EXISTEN MÚLTIPLES PARTES EN EL ANTECEDENTE SE APLICAN LOS OPERADORES FUZZY Y SE RESUELVE EL ANTECEDENTE COMO UN NÚMERO ENTRE 0 Y 1.

PASO III: APLICACIÓN DE LA IMPLICACIÓN

EL CONSECUENTE DE UNA REGLA FUZZY ASIGNA UN CONJUNTO FUZZY COMPLETO A LA SALIDA.

PASO IV: AGREGACIÓN

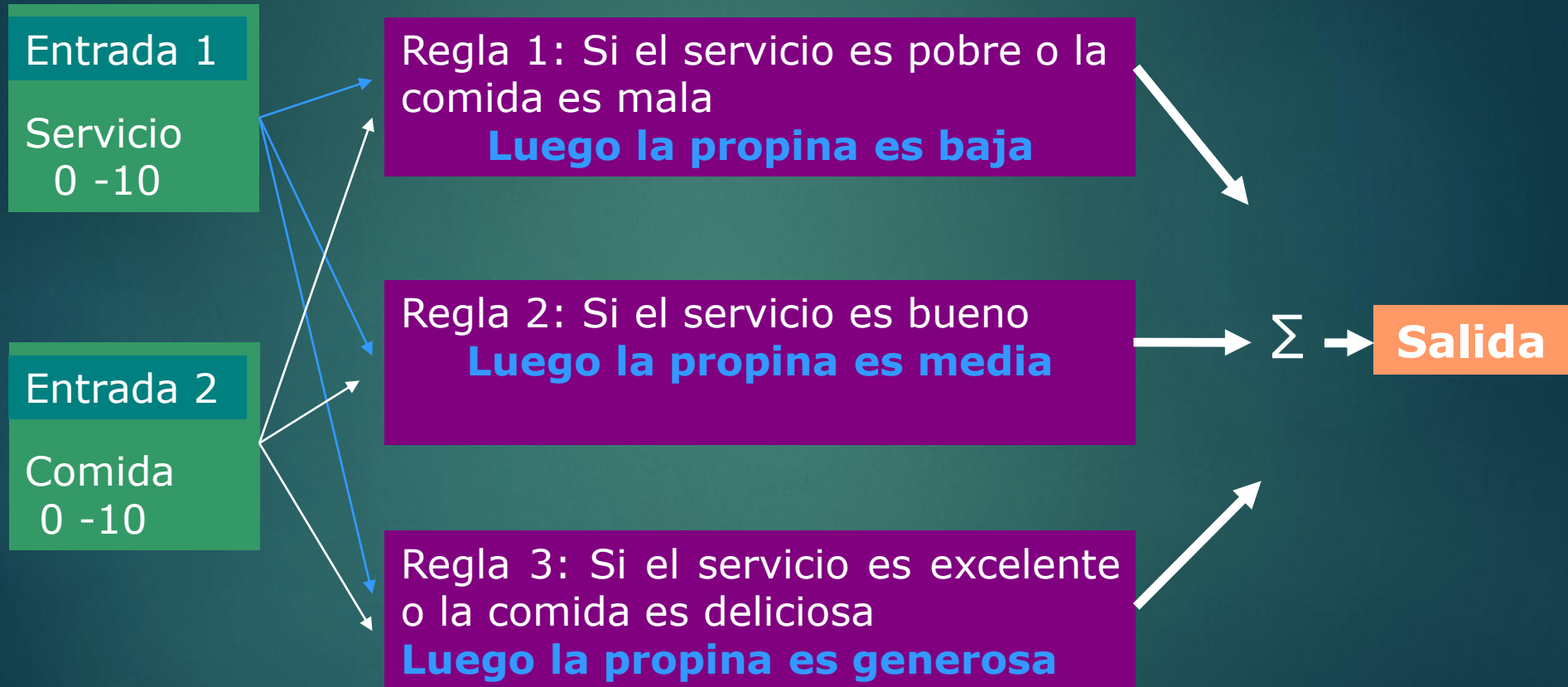
LA SALIDA DE CADA REGLA SE “SUMA”.

PASO V: DEFUZIFICACIÓN

PARA OBTENER COMO SALIDA UN NÚMERO SE APLICA ALGÚN MÉTODO DE DEFUZIFICACIÓN.



Esquema Representativo





Esquema de razonamiento

Las entradas
son números
en un rango
específico



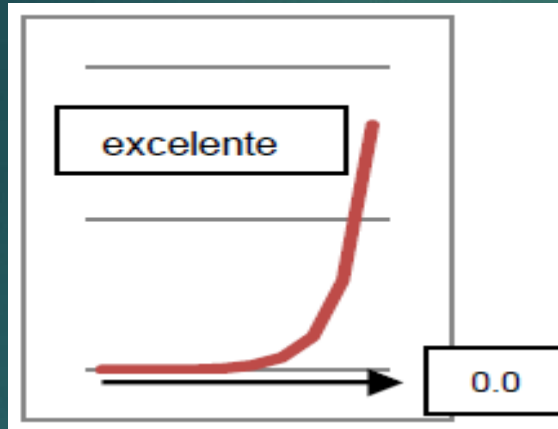
Todas las
reglas son
evaluadas
en paralelo



Los resultados de
las reglas son
combinados y
defuzificados

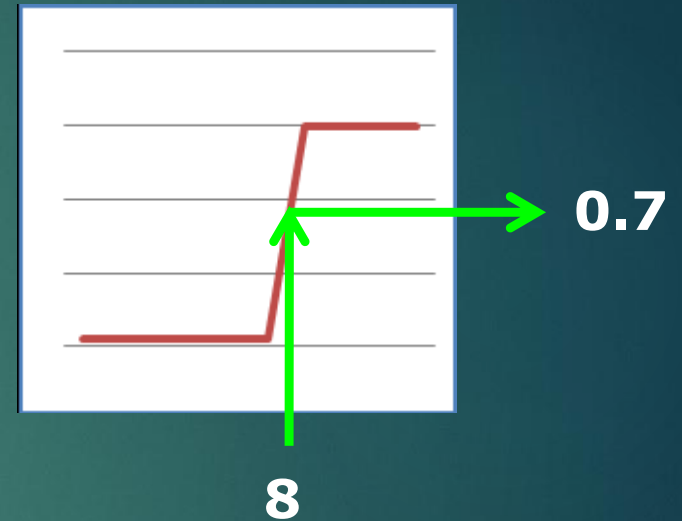


Paso I: Fuzificación



El servicio es excelente

Entrada = 3 = 0.0



La comida es deliciosa

Entrada = 8 = 0.7

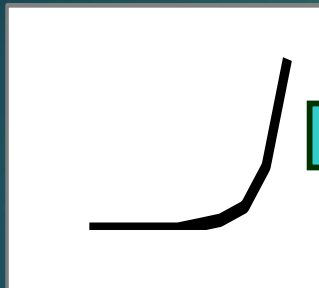


Paso II: Aplicación del operador difuso

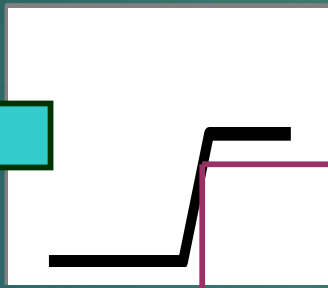
Para una regla

ANTECEDENTE

Fuzificación de entradas Operador OR (max)



0.0



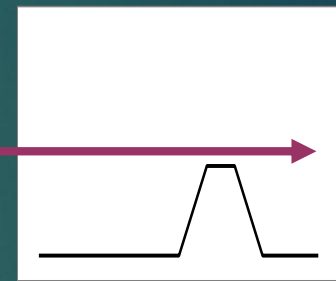
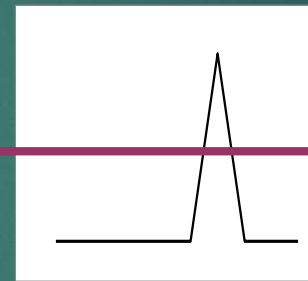
0.7

Servicio es excelente OR comida
es deliciosa

Servicio = 3
Entrada 1

Comida = 8
Entrada 2

CONSECUENTE

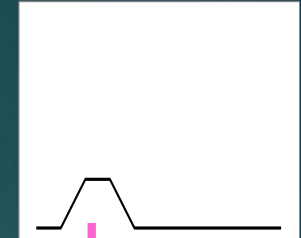
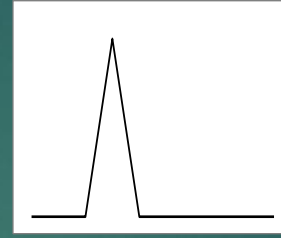
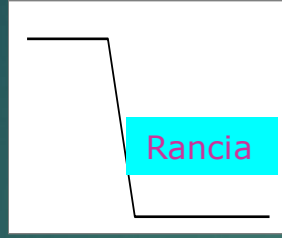
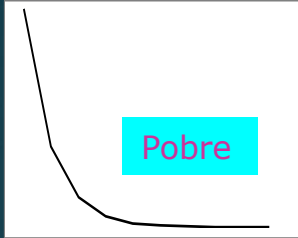


Propina generosa Resultado
Implicación

Paso III: Aplicación del método de Implicación

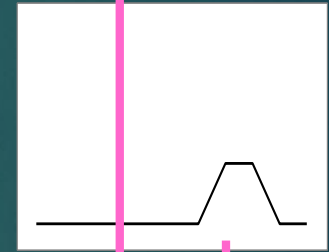
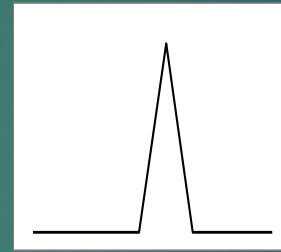
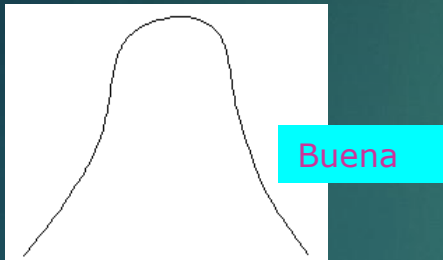
Para todas las reglas

1



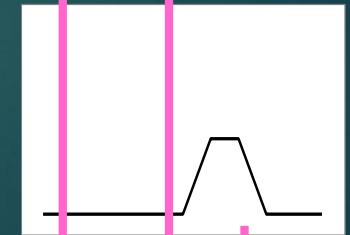
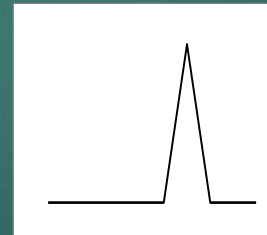
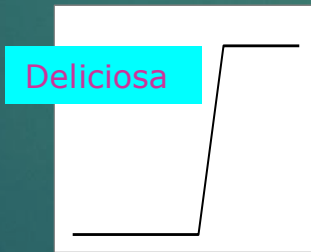
Servicio es pobre o comida rancia → propina baja

2



Servicio es bueno → propina media

3



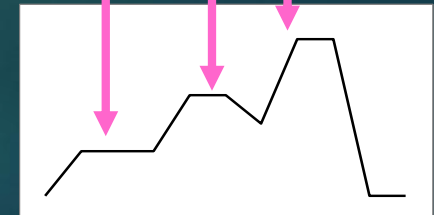
Servicio excelente o comida deliciosa → propina generosa

Servicio = 3

Entrada 1

Comida = 8

Entrada 2





Paso IV: Agregación

Proceso de unificación de las salidas para cada regla

La entrada:

Es la lista de salidas truncadas

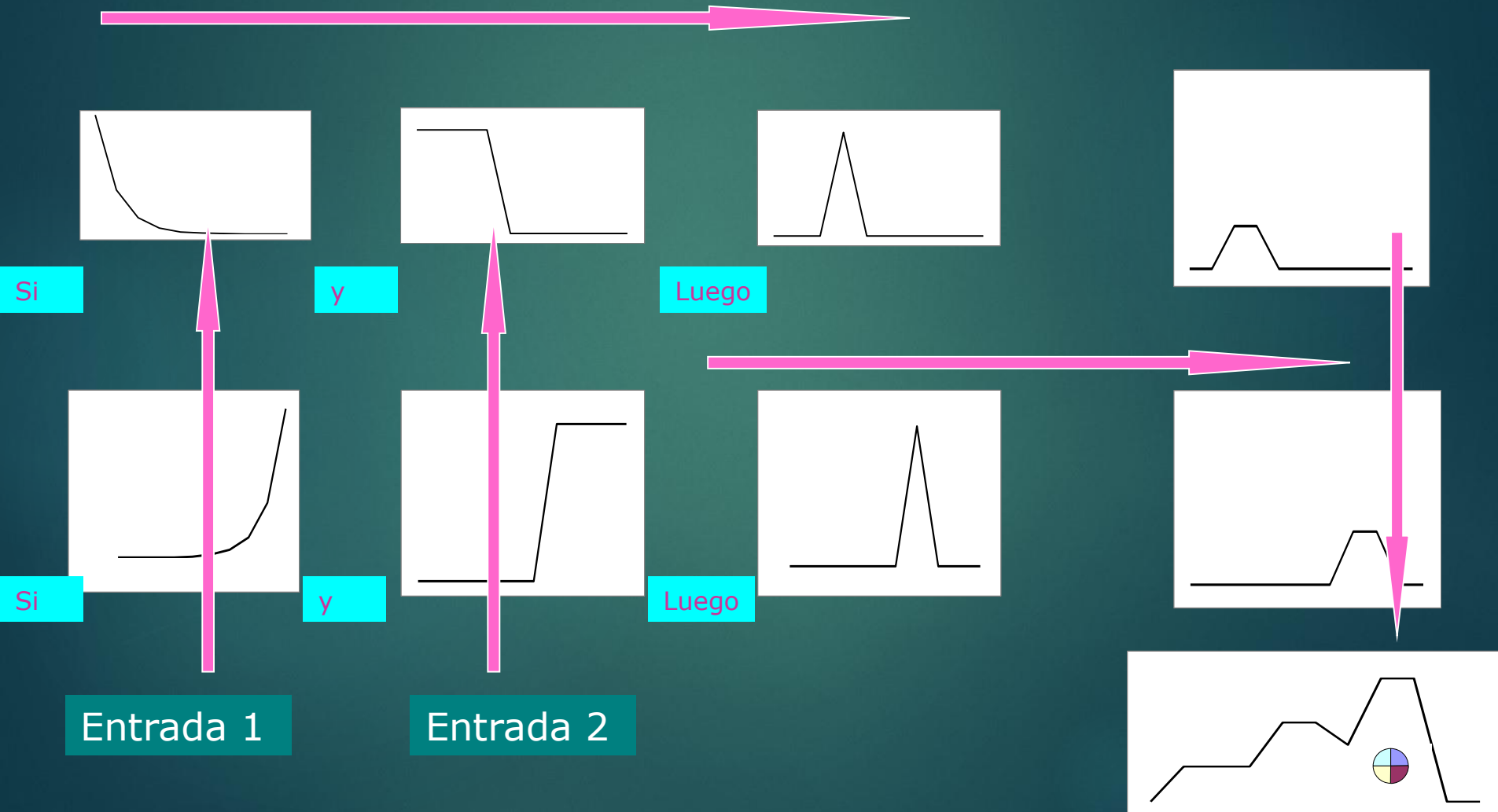
La salida:

Es un conjunto difuso para cada variable de salida

Consiste en tomar un único conjunto de salida para todo el sistema a partir de los conjuntos de salida de cada regla.



Paso V: Defuzificación



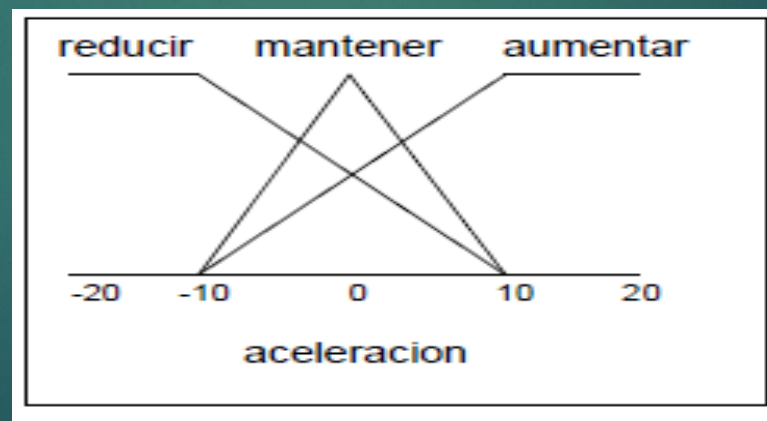
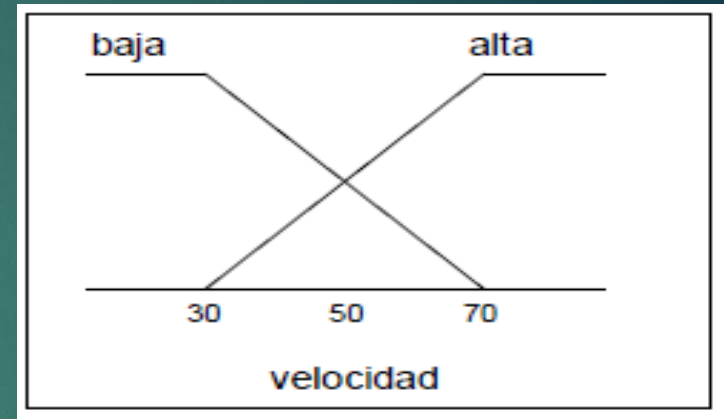
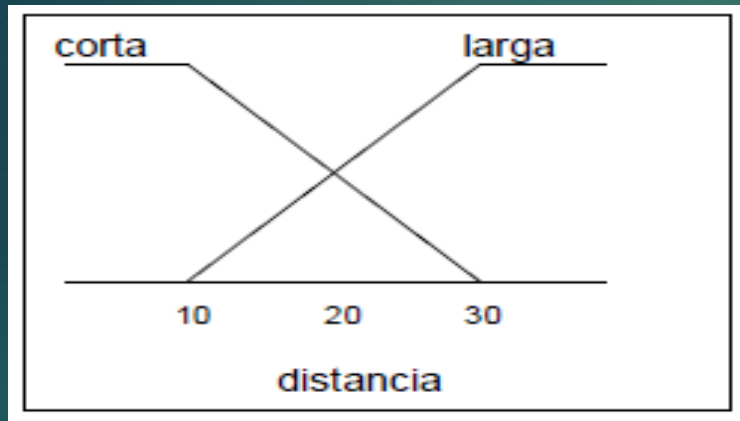


Lógica de conducción de un automóvil considerando la velocidad y la distancia entre autos

- ▶ **Regla 1**: Si la distancia entre autos es corta y la velocidad es baja mantener la velocidad
- ▶ **Regla 2**: Si la distancia entre autos es corta y la velocidad es alta reducir la velocidad
- ▶ **Regla 3**: Si la distancia entre autos es larga y la velocidad es baja aumentar la velocidad
- ▶ **Regla 4**: Si la distancia entre autos es larga y la velocidad es alta mantener la velocidad



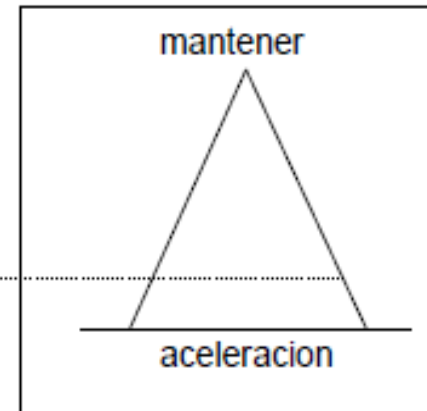
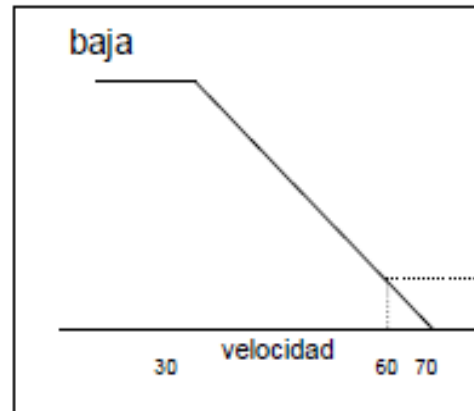
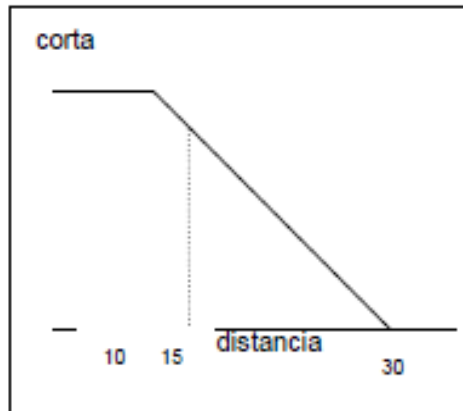
Lógica de conducción de un automóvil considerando la velocidad y la distancia entre autos



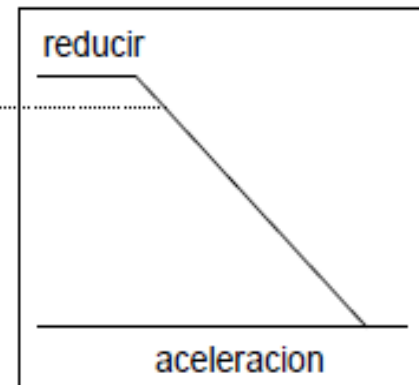
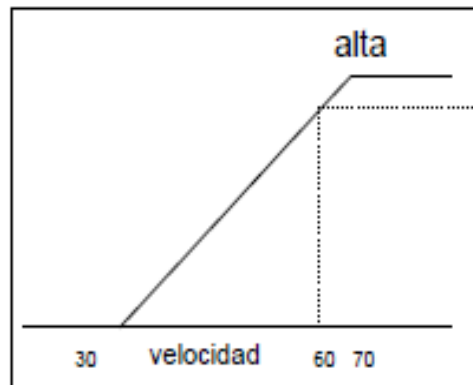
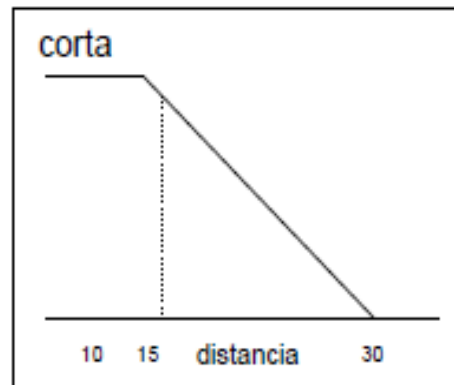


Lógica de conducción de un automóvil considerando la velocidad y la distancia entre autos

Regla 1



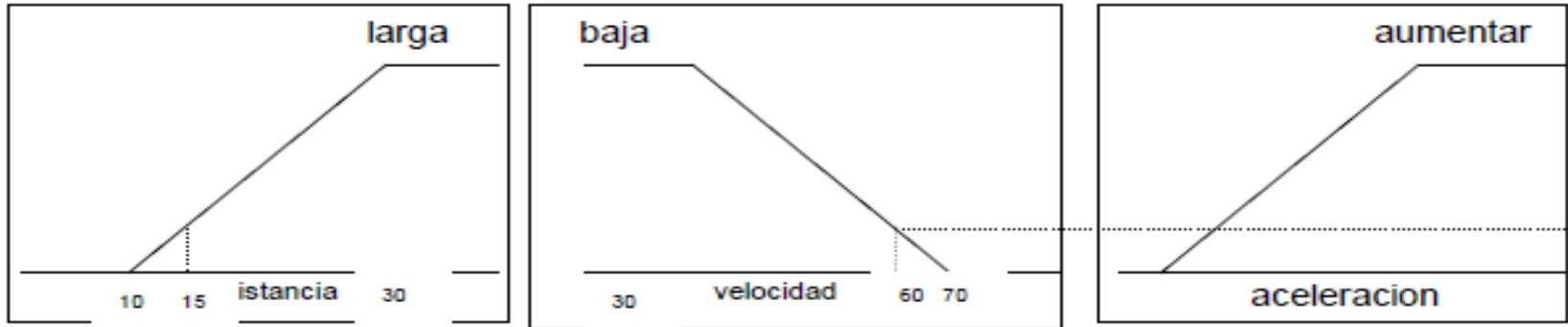
Regla 2



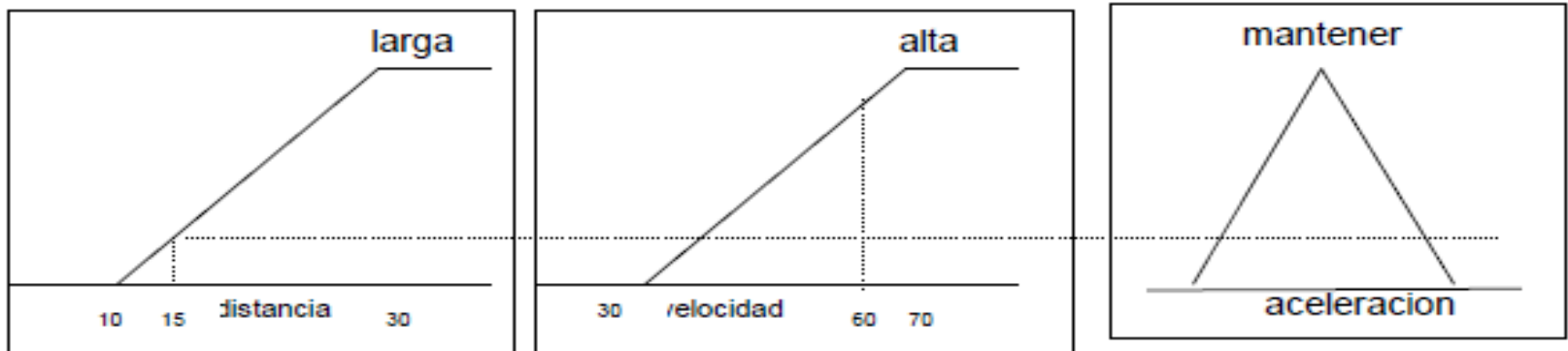


Lógica de conducción de un automóvil considerando la velocidad y la distancia entre autos

Regla 3



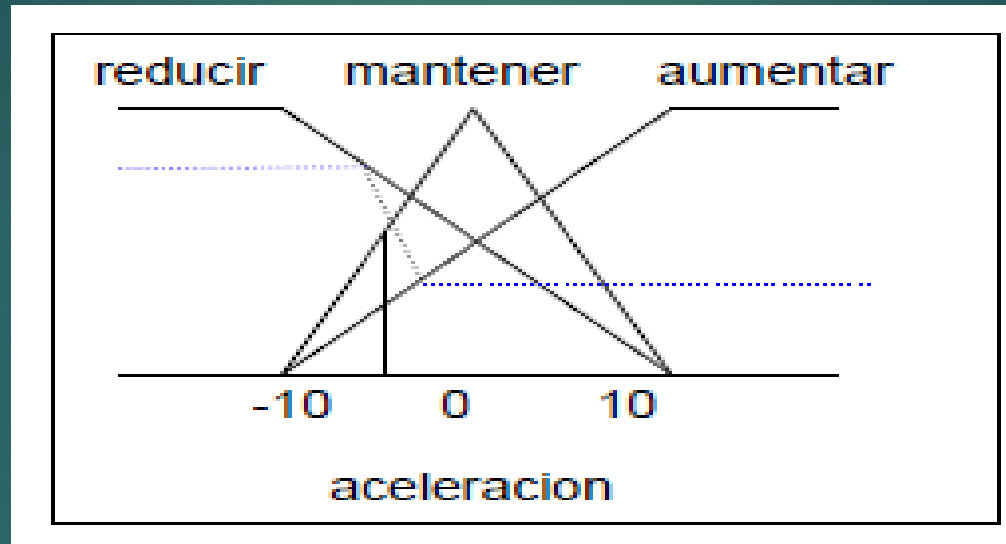
Regla 4





Lógica de conducción de un automóvil considerando la velocidad y la distancia entre autos

Por ejemplo si la distancia es de 15 metros y la velocidad es de 60 km el resultado es:



Reducir la velocidad un poco