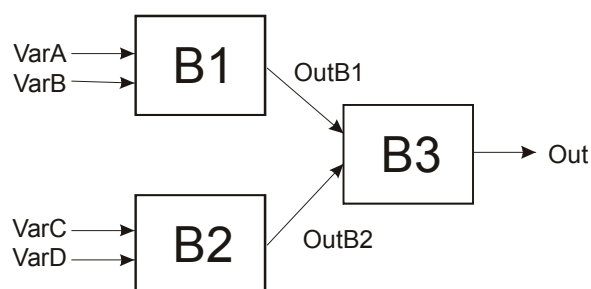


INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL I PAC4 – 2009_2 Prova d'Avaluació Continuada

- Per a dubtes i aclariments sobre l'enunciat, adreceu-vos al consultor responsable de la vostra aula.
- Cal lliurar la solució en un fitxer Word, OpenOffice, PDF o RTF fent servir una de les plantilles lliurades conjuntament amb aquest enunciat. Adjunteu el fitxer a un missatge adreçat a la bústia lliurament d'activitats.
- El nom del fitxer ha de ser *CognomsNom_IA1_PAC4* amb l'extensió .doc (Word), .odt (OpenOffice), .pdf (PDF) o .rtf (RTF), segons el format en què feu el lliurament.
- La data límit de lliurament és el: **24 de Maig** (a les 24 hores).
- **Raoneu la resposta en tots els exercicis. Les respostes sense justificació no rebran puntuació.**

Raonament aproximat

Considerant el sistema expert difús jeràrquic com el mostrat en la següent figura, detallar el procediment per a trobar la sortida nítida donats uns valors d'entrada.



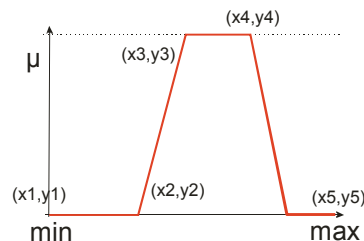
El sistema consta de quatre variables d'entrada (VarA, VarB, VarC i VarD), i una de sortida (Out). El sistema està compost de tres blocs de regles (B1, B2 i B3) cadascun amb un conjunt de regles. A continuació es detallen tots aquests elements.

Bloc de regles 1

Els punts de tall de les variables de B1 són els següents:

Variable	Tipus	Rang	Terme lingüístic : punts (x,y)
VarA	Entrada	Mín: 0 Máx: 10	low: (0,0)(2,1)(4,0)(10,0) medium: (0,0)(2,0)(4,1)(6,1)(8,0)(10,0) high: (0,0)(6,0)(8,1)(10,0)
VarB	Entrada	Mín: 0 Máx: 10	low: (0,0)(2,1)(3,0)(10,0) medium: (0,0)(2,0)(5,1)(8,0)(10,0) high: (0,0)(7,0)(8,1)(10,0)
OutB1	Intermèdia	Mín: 0 Máx: 10	low: (0,1)(1,1)(2,0)(10,0) medium: (0,0)(1,0)(5,1)(9,0)(10,0) high: (0,0)(8,0)(9,1)(10,1)

La seqüència de punts dels termes, es llegeix de la següent forma:



Les regles del sistema expert són les següents:

Id.	Regla		
R1	SI (VarA=low) and (VarB=¬low)	LLAVORS	OutB1= low;
R2	SI (VarA=¬low) and (VarB=Low)	LLAVORS	OutB1= low;
R3	SI (VarA=medium) and (VarB= medium)	LLAVORS	OutB1=medium;
R4	SI (VarA=low) and (VarB=medium)	LLAVORS	OutB1=medium;
R5	SI (VarA= medium) and (VarB=low)	LLAVORS	OutB1=medium;
R6	SI (VarA=high) and (VarB=¬low)	LLAVORS	OutB1=high;
R7	SI (VarA=low) and (VarB=¬medium)	LLAVORS	OutB1=high;

Bloc de regles 2

Els punts de tall de les variables de B2 són els següents:

Variable	Tipus	Rang	Terme lingüístic : punts (x,y)
VarC	Entrada	Mín: -2 Máx: 8	very-low: (-2,1)(-1,1)(0,0)(8,0) low: (-2,0)(0,1)(1,1)(3,0)(8,0) medium: (-2,0)(1,0)(3,1)(5,0)(8,0) high: (-2,0)(3,0)(4,1)(5,1)(6,0)(8,0) very-high: (-2,0)(5,0)(7,1)(8,1)
VarD	Entrada	Mín: -5 Máx: 5	very-low: (-5,1)(-3,1)(-2,0)(5,0) low: (-5,0)(-3,0)(-2,1)(-1,0)(5,0) medium: (-5,0)(-2,0)(-1,1)(1,1)(2,0)(5,0) high: (-5,0)(1,0)(2,1)(3,0)(5,0) very-high: (-5,0)(2,0)(3,1)(5,1)
OutB2	Intermèdia	Mín: 0 Máx: 10	low: (0,1)(1,1)(4,0)(10,0) medium: (0,0)(1,0)(4,1)(6,1)(9,0)(10,0) large: (0,0)(6,0)(9,1)(10,1)

Les regles del sistema expert B2 són les següents:

Id.	Regla		
R1	SI (VarC=very-low) or (VarD=very-low)	LLAVORS	OutB2=low;
R2	SI (VarC=very-low) or (VarD= low)	LLAVORS	OutB2=low;
R3	SI (VarC=very-low) or (VarD=medium)	LLAVORS	OutB2=low;
R4	SI (VarC=very-low) or (VarD=high)	LLAVORS	OutB2=medium;
R5	SI (VarC=very-low) or (VarD=very-high)	LLAVORS	OutB2=medium;
R6	SI (VarC=low) or (VarD=very-low)	LLAVORS	OutB2=low;
R7	SI (VarC=low) or (VarD= low)	LLAVORS	OutB2=low;
R8	SI (VarC=low) or (VarD=medium)	LLAVORS	OutB2=low;
R9	SI (VarC=low) or (VarD=high)	LLAVORS	OutB2=low;
R10	SI (VarC=low) or (VarD=very-high)	LLAVORS	OutB2=medium;
R11	SI (VarC=medium) or (VarD=very-low)	LLAVORS	OutB2=medium;
R12	SI (VarC=medium) or (VarD= low)	LLAVORS	OutB2=medium;
R13	SI (VarC=medium) or (VarD=medium)	LLAVORS	OutB2=medium;
R14	SI (VarC=medium) or (VarD=high)	LLAVORS	OutB2=large;
R15	SI (VarC=medium) or (VarD=very-high)	LLAVORS	OutB2=large;
R16	SI (VarC=high) or (VarD=very-low)	LLAVORS	OutB2=medium;
R17	SI (VarC=high) or (VarD= low)	LLAVORS	OutB2=medium;
R18	SI (VarC=high) or (VarD=medium)	LLAVORS	OutB2=large;
R19	SI (VarC=high) or (VarD=high)	LLAVORS	OutB2=large;
R20	SI (VarC=high) or (VarD=very-high)	LLAVORS	OutB2=large;
R21	SI (VarC=very-high) or (VarD=very-low)	LLAVORS	OutB2=large;
R22	SI (VarC=very-high) or (VarD= low)	LLAVORS	OutB2=large;
R23	SI (VarC=very-high) or (VarD=medium)	LLAVORS	OutB2=large;
R24	SI (VarC=very-high) or (VarD=high)	LLAVORS	OutB2=large;
R25	SI (VarC=very-high) or (VarD=very-high)	LLAVORS	OutB2=large;

Bloc de regles 3

Els punts de tall de la variable Out són els següents:

Variable	Tipus	Rang	Terme lingüístic : punts (x,y)
Out	Sortida	Mín: 0 Máx: 5	low: (0,1)(1,1)(2,0)(5,0) medium: (0,0)(1,0)(2,1)(3,1)(4,0)(5,0) high: (0,0)(3,0)(4,1)(5,1)

Les regles del sistema expert B3 són les següents:

Id.	Regla		
R1	SI (OutB1=low) and (OutB2=low)	LLAVORS	Out= low;
R2	SI (OutB1=low) and (OutB2=medium)	LLAVORS	Out= low;
R3	SI (OutB1=low) and (OutB2=high)	LLAVORS	Out= low;
R4	SI (OutB1=medium) and (OutB2=low)	LLAVORS	Out= medium;
R5	SI (OutB1=medium) and (OutB2=medium)	LLAVORS	Out= medium;
R6	SI (OutB1=medium) and (OutB2=high)	LLAVORS	Out= high;
R7	SI (OutB1=high) and (OutB2=low)	LLAVORS	Out= high;
R8	SI (OutB1=high) and (OutB2=medium)	LLAVORS	Out= high;
R9	SI (OutB1=high) and (OutB2=high)	LLAVORS	Out= high;

El càlcul de les activacions de B3 s'han de fer directament amb les activacions dels termes de les variables OutB1 i OutB2.

Preguntes

Considerant un sistema Mamdani amb t-norma min i t-conorma max,

- 1) Detallar les funcions de pertinença de cadascun dels termes lingüístics de les diferents variables.
- 2) Estudiar el comportament del sistema expert per les següents entrades:

$$\text{VarA} = 1.25; \text{VarB} = 2.6; \text{VarC} = 1.5; \text{VarD} = 1.2;$$

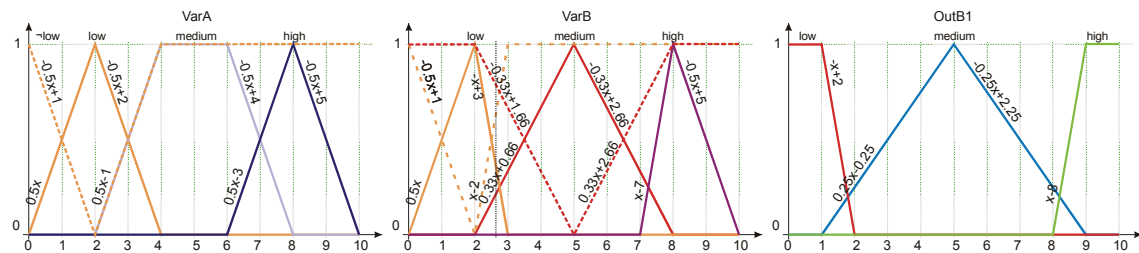
Detallar *tot* els procediment d'inferència, antecedents i conseqüents obtinguts en cada bloc. Representar la funció de pertinença resultant de l'agregació per tots els blocs de regles, i el resultat nítid final de la sortida utilitzant un mètode de nitidificació.

Soluciones

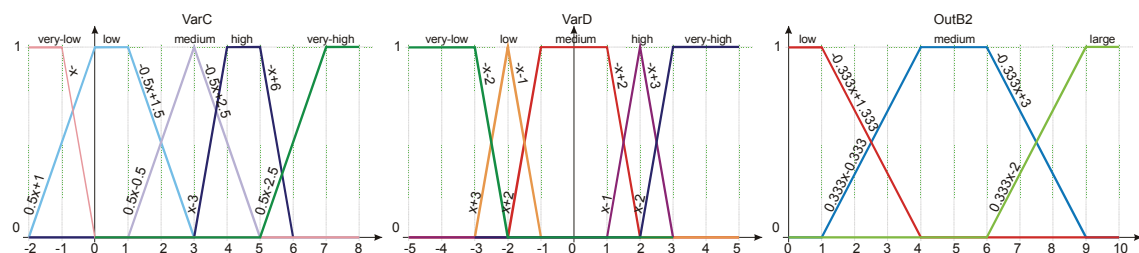
Considerant un sistema Mamdani amb t-norma min i t-conorma max,

1) Detallar les funcions de pertinença de cadascun dels termes lingüístics de les diferents variables.

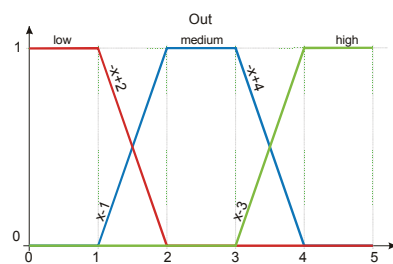
1a) Les funcions de pertinença de B1 són les següents:



1b) Les funcions de pertinença de B2 són les següents:



1c) Les funcions de pertinença de la variable Out és la següent:

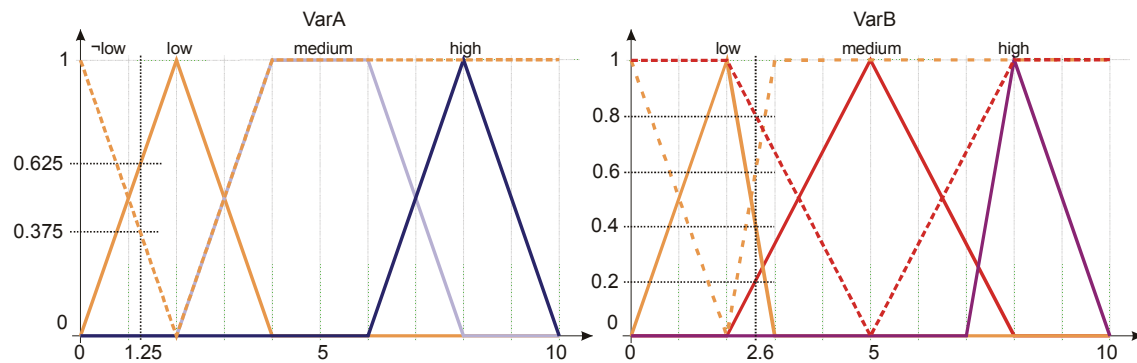


2) Estudar el comportament del sistema expert per les següents entrades:

$$\text{VarA} = 1.25; \text{VarB} = 2.6; \text{VarC} = 1.5; \text{VarD} = 1.2;$$

2a) El bloc B1 té les variables VarA i VarB com a entrades. Pels valors d'entrada 1.26 i 2.6 respectivament, s'activen les regles R1, R2, R4 i R7.

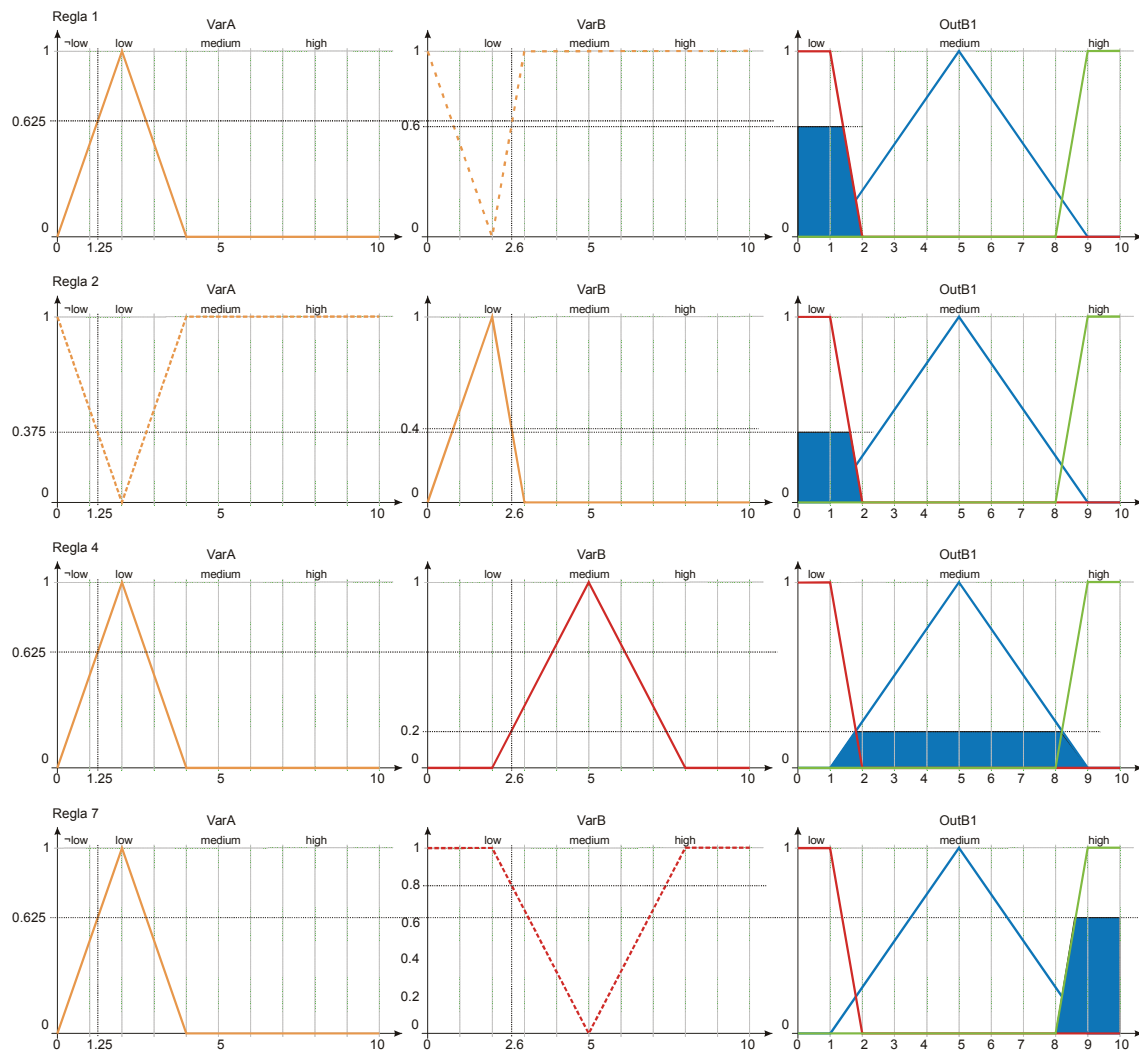
Veiem els punts de tall d'aquests valors en els termes de VarA i VarB:



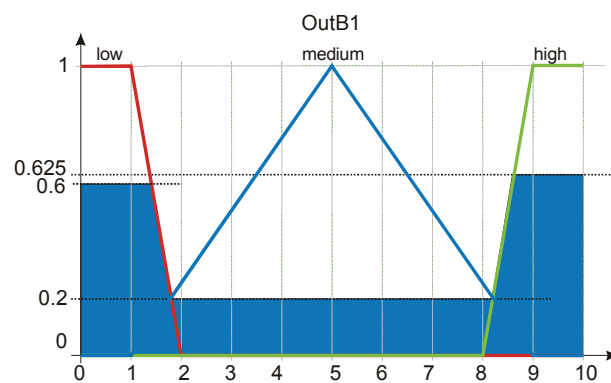
En els casos concrets d'activació de la regla, la sortida corresponent és:

Id.	Regla	LLAVORS	Out=	Sortida
R1	SI (VarA=low) and (VarB= \neg low)	LLAVORS	Out= low;	0.6
R2	SI (VarA= \neg low) and (VarB=Low)	LLAVORS	Out= low;	0.375
R3	SI (VarA=medium) and (VarB= medium)	LLAVORS	Out=medium;	
R4	SI (VarA=low) and (VarB=medium)	LLAVORS	Out=medium;	0.2
R5	SI (VarA= medium) and (VarB=low)	LLAVORS	Out=medium;	
R6	SI (VarA=high) and (VarB= \neg low)	LLAVORS	Out=high;	
R7	SI (VarA=low) and (VarB= \neg medium)	LLAVORS	Out=high;	0.625

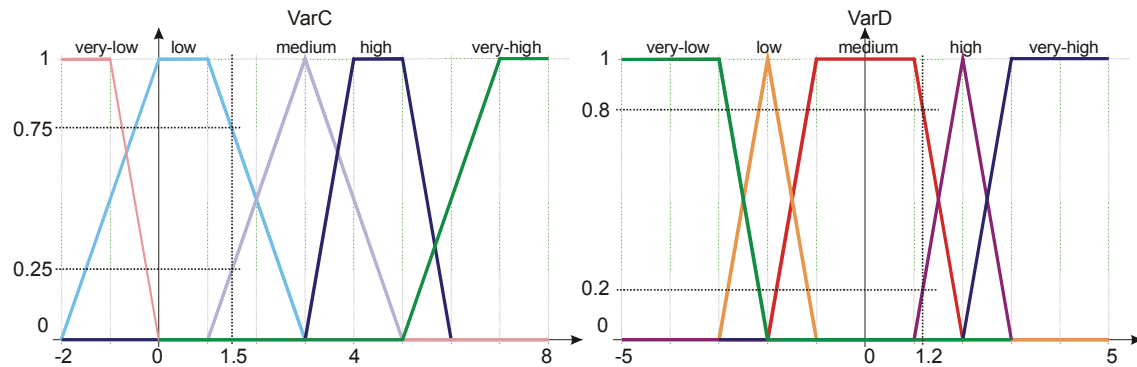
Els conseqüents s'obtenen aplicant la t-norma min en cada cas:



Després de l'aplicació de la t-conorma max a aquestes Quatre activacions, aconseguim el nivell d'activació de la variable OutB1:



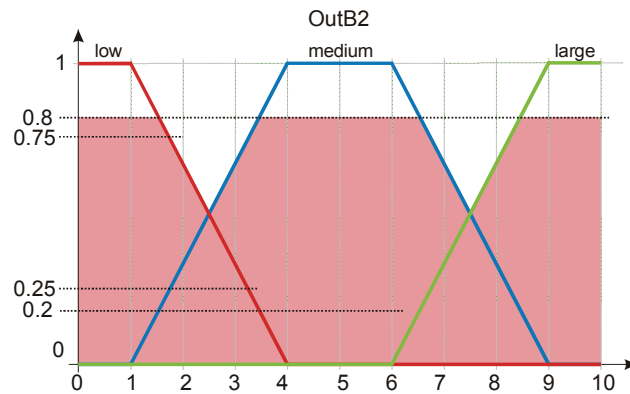
2b) El bloc B2 té les entrades VarB i VarC amb els valors 1.5 i 1.2. En aquest cas, les regles s'enllacen amb ORs enlloc d'ANDs, amb la qual cosa, cal aplicar les t-conormes en ambdós casos, en l'agregació dels antecedents i en l'agregació de les activacions.



Com es veu en la figura anterior, aquests dos valors tallen els termes low i medium de VarC, i medium i high de VarD. S'activaran totes les regles que continguin algun d'aquests termes (destacats en negreta a la següent taula). Les sortides són els valors truncats pels diferents termes lingüístics de la variable OutB2.

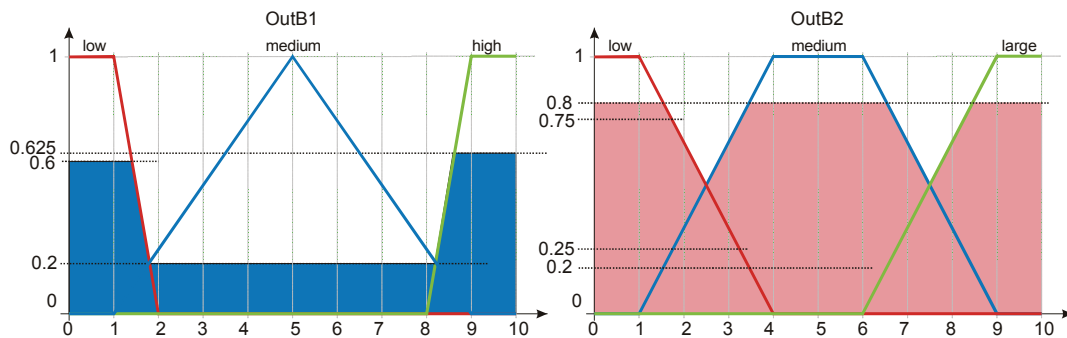
Id.	Regla	Sortida
R1	SI (VarC=very-low) or (VarD=very-low)	LLAVORS OutB2=low;
R2	SI (VarC=very-low) or (VarD=low)	LLAVORS OutB2=low;
R3	SI (VarC=very-low) or (VarD=medium)	LLAVORS OutB2=low; 0.8
R4	SI (VarC=very-low) or (VarD=high)	LLAVORS OutB2=medium; 0.2
R5	SI (VarC=very-low) or (VarD=very-high)	LLAVORS OutB2=medium;
R6	SI (VarC=low) or (VarD=very-low)	LLAVORS OutB2=low; 0.75
R7	SI (VarC=low) or (VarD= low)	LLAVORS OutB2=low; 0.75
R8	SI (VarC=low) or (VarD=medium)	LLAVORS OutB2=low; 0.8
R9	SI (VarC=low) or (VarD=high)	LLAVORS OutB2=low; 0.75
R10	SI (VarC=low) or (VarD=very-high)	LLAVORS OutB2=medium; 0.75
R11	SI (VarC=medium) or (VarD=very-low)	LLAVORS OutB2=medium; 0.25
R12	SI (VarC=medium) or (VarD=low)	LLAVORS OutB2=medium; 0.25
R13	SI (VarC=medium) or (VarD=medium)	LLAVORS OutB2=medium; 0.8
R14	SI (VarC=medium) or (VarD=high)	LLAVORS OutB2=large; 0.25
R15	SI (VarC=medium) or (VarD=very-high)	LLAVORS OutB2=large; 0.25
R16	SI (VarC=high) or (VarD=very-low)	LLAVORS OutB2=medium;
R17	SI (VarC=high) or (VarD= low)	LLAVORS OutB2=medium;
R18	SI (VarC=high) or (VarD=medium)	LLAVORS OutB2=large; 0.8
R19	SI (VarC=high) or (VarD=high)	LLAVORS OutB2=large; 0.2
R20	SI (VarC=high) or (VarD=very-high)	LLAVORS OutB2=large;
R21	SI (VarC=very-high) or (VarD=very-low)	LLAVORS OutB2=large;
R22	SI (VarC=very-high) or (VarD= low)	LLAVORS OutB2=large;
R23	SI (VarC=very-high) or (VarD=medium)	LLAVORS OutB2=large; 0.8
R24	SI (VarC=very-high) or (VarD=high)	LLAVORS OutB2=large; 0.2
R25	SI (VarC=very-high) or (VarD=very-high)	LLAVORS OutB2=large;

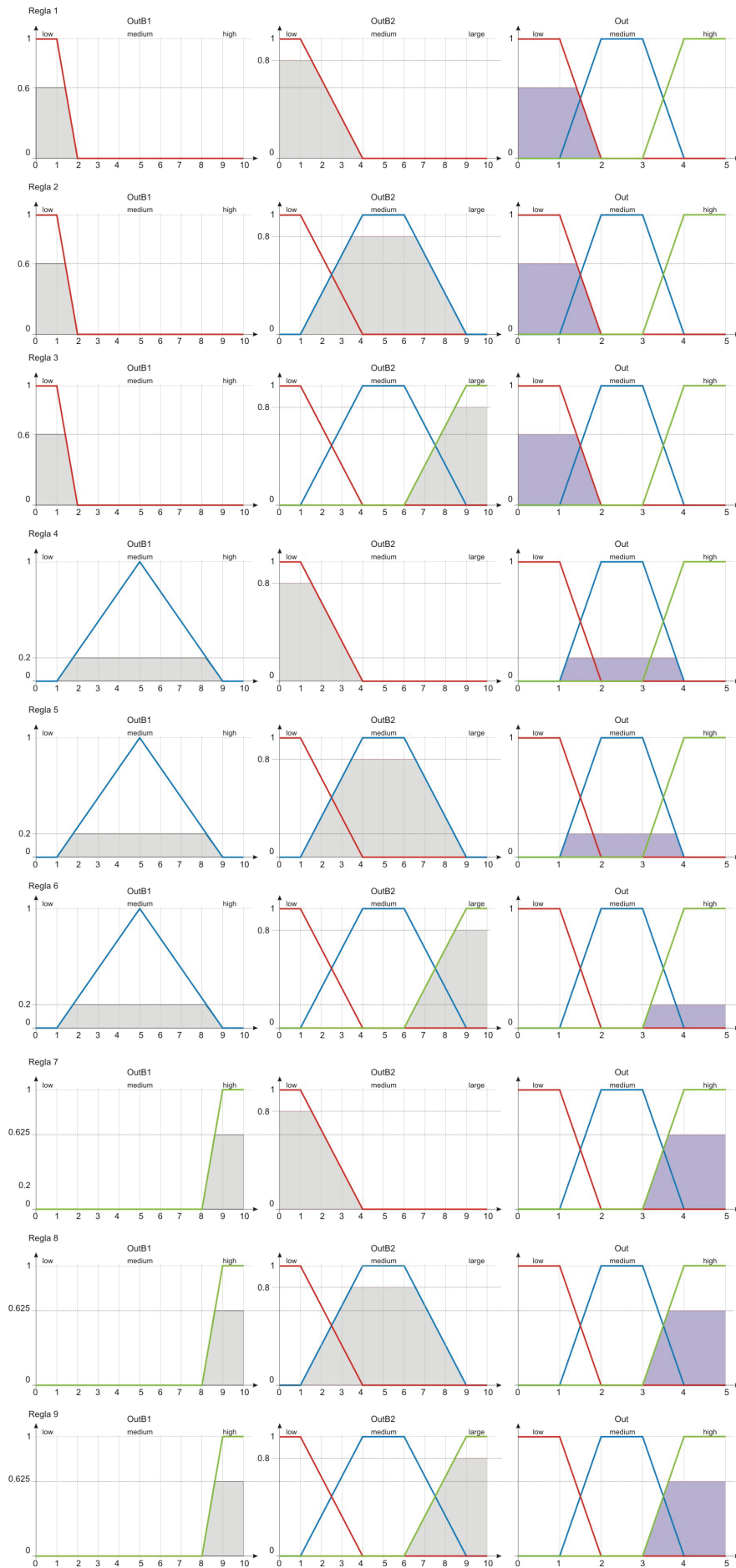
La funció de pertinença OutB2 resultant de les activacions donades, és la següent:



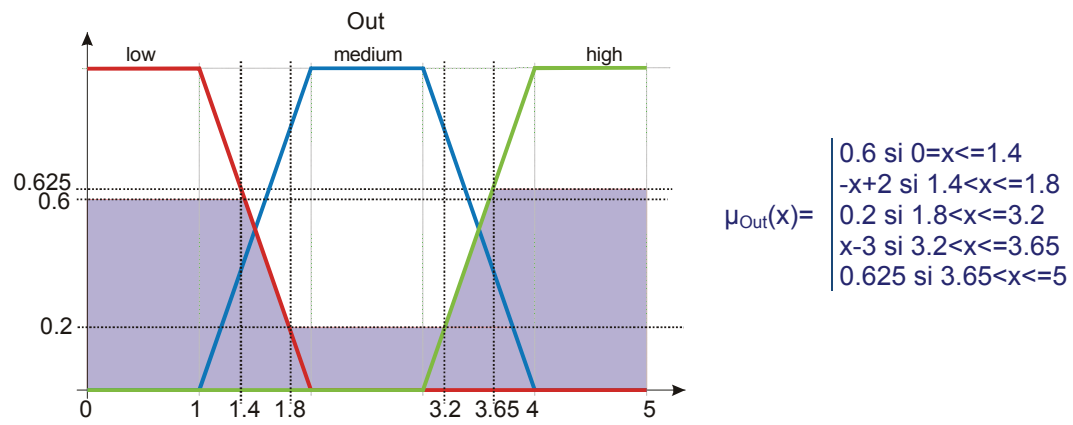
2c) Pel càlcul de les activacions finals, tindrem en compte el nivell d'activació dels diferents termes de les variables OutB1 i OutB2.

Aplicarem directament els nivells low, medium i high de OutB1 i OutB2 respectivament. Gràficament, la següent figura mostra les activacions (en aquest cas, s'activen totes les regles).





La funció de pertinença final que s'obté és la següent:



El valor nítid resultant aplicant el Centre de Mases és 2.5207 unitats de Out.