

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL
PROGRAMACIÓN DE UNA RED MADALINE**

DOCENTE:

TONY JIMENEZ MARQUEZ

ESTUDIANTE:

KELLY JOHANA PIMIENTA CLAVIJO

DARIO ANDRÉS RAMOS CAÑAS

GRUPO

01 SS429-A

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

INGENIERIA DE SISTEMAS

VALLEDUPAR, CESAR

2021-1

MANUAL DEL USUARIO

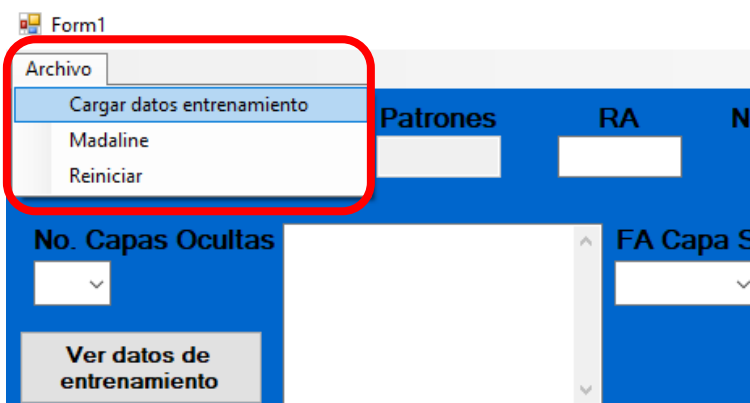
APLICATIVO RED MADALINE

Modulo Carga de datos

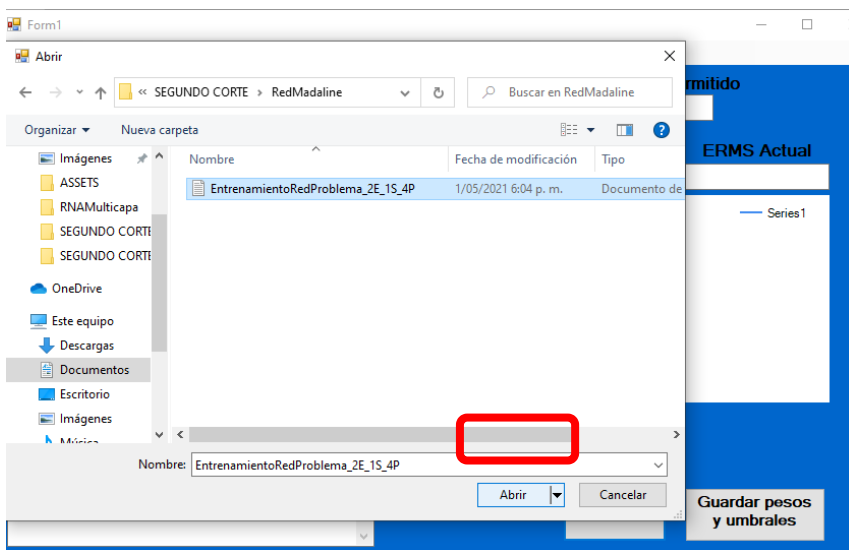
Pasos:

1. Ejecutar el aplicativo
2. Cargar los datos para entrenar la red (Entradas y Salidas)

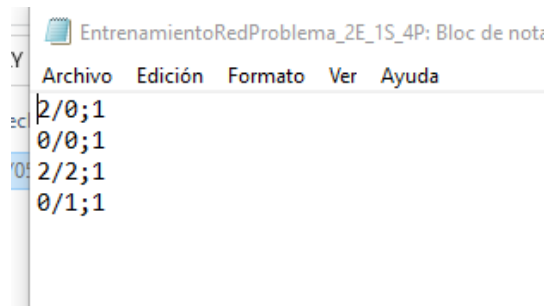
Para cargar los datos de entrenamiento entradas, salidas y patrones, se debe hacer clic en el menú Archivo/Cargar datos entrenamiento, como lo muestra la siguiente imagen:



Una vez que hayamos hecho clic, se abrirá una ventana donde se debe elegir el archivo con el conjunto de entrenamiento: Entradas y Salidas, almacenado en un archivo txt luego clic en abrir.



Para que el sistema lea de manera correcta las entradas y las salidas deben estar separados por punto y coma “;” los patrones de las salidas, además los valores tanto de las entradas como de salida deben estar separados por una barra “/”. A continuación, un ejemplo:

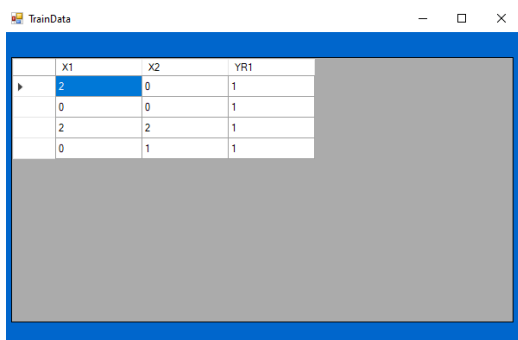


En el cual identificamos el primer patrón, $X_1 = 2$, $X_2 = 0$ y $YD_1 = 1$.

Una vez cargado el archivo, el sistema calculará el número de entradas, el número de salidas y el número de patrones.

Además, podrá visualizar en una tabla los datos cargados si hace clic en el botón “Ver datos de Entrenamiento”

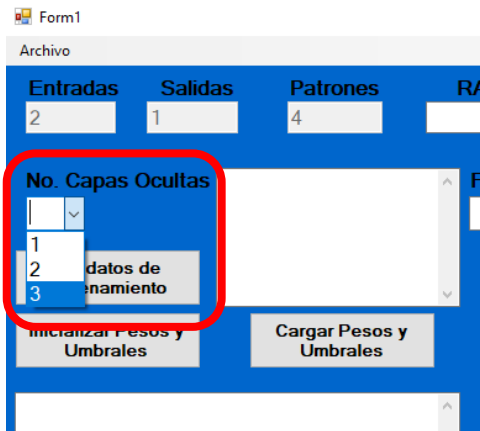
Al darle clic se abrirá una ventana donde podrá visualizar los datos en una tabla:



The screenshot shows a window titled 'TrainData' with a table containing training data. The table has three columns: X1, X2, and YR1. The data is as follows:

X1	X2	YR1
2	0	1
0	0	1
2	2	1
0	1	1

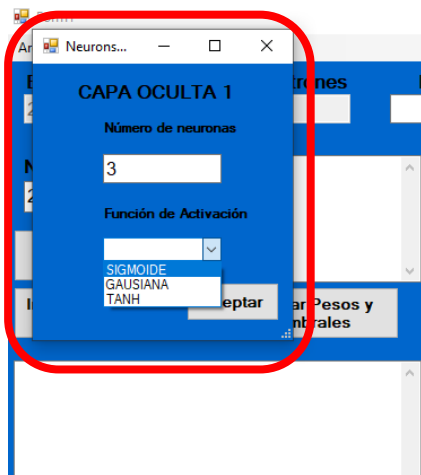
3. Definir el número de capas ocultas



The screenshot shows a window titled 'Form1' with a menu bar (Archivo) and several input fields. The 'Entradas' field is set to 2, 'Salidas' to 1, and 'Patrones' to 4. The 'No. Capas Ocultas' field is highlighted with a red box, and its dropdown menu is open, showing options 1, 2, and 3. The option 3 is selected. Below the dropdown are two buttons: 'Inicializar Pesos y Umbrales' and 'Cargar Pesos y Umbrales'.

Luego de cargar los datos de entrenamiento: entradas y salidas, se debe definir el número de capas ocultas.

Una vez seleccionado el número de capas ocultas se desplegarán unas ventanas donde el usuario debe establecer el número de neuronas por capa y su respectiva función de activación.



The screenshot shows a window titled 'Neurons...' with a tab labeled 'CAPA OCULTA 1'. The 'Número de neuronas' field is set to 3. The 'Función de Activación' dropdown menu is open, showing options SIGMOIDE, GAUSIANA, and TANH. The option SIGMOIDE is selected. Below the dropdown are two buttons: 'Aceptar' and 'Cancelar'.

La información definida podrá ser visualizada en el siguiente cuadro de texto:

Form1

Archivo

Entradas: 2 Salidas: 1 Patrones: 4

No. Capas Ocultas: 2

Capa: 1 No. Neuronas: 3
Capa: 2 No. Neuronas: 4

Ver datos de entrenamiento

Inicializar Pesos y Umbrales Cargar Pesos y Umbrales

4. Inicializar o Cargar Pesos y Umbrales

Form1

Archivo

Entradas: 2 Salidas: 1 Patrones: 4 RA: No. Items: 1

No. Capas Ocultas: 2

Capa: 1 No. Neuronas: 3
Capa: 2 No. Neuronas: 4

Ver datos de entrenamiento

Inicializar Pesos y Umbrales Cargar Pesos y Umbrales

Luego de cargar los datos de entrenamiento: entradas y salidas, y definir las capas ocultas, se deben definir los pesos y umbrales. Para esto se presentan dos opciones:

1. **Inicializar pesos y umbrales:** Esta opción inicializa los pesos y umbrales de manera aleatoria.
2. **Cargar archivos con los pesos y umbrales.** Para esto se hace clic en el botón cargar pesos y umbrales (señalado en la imagen).

5. Definir Parámetros

Antes de comenzar a entrenar la red se deben definir el número de iteraciones, la rata de aprendizaje (RA) y el error máximo permitido (ERMS). Además, se debe establecer la función de activación para la capa de salida.

Una vez cargados los archivos y definidos los parámetros se puede entrenar la red. Para ello de clic en el botón “Entrenar”.

Form1

Archivo

Entradas: 2, Salidas: 1, Patrones: 4, RA: 0,1, No. Iteraciones: 600, ERMS Permitido: 0,01

No. Capas Ocultas: 2

Capa: 1 No. Neuronas: 3
Capa: 2 No. Neuronas: 4

Ver datos de entrenamiento

Inicializar Pesos y Umbrales

Cargar Pesos y Umbrales

W1[3,2]

```
[
  0,7 ; 0,7 ;|*
  0,3 ; 0,1 ;|*
  0,5 ; 0,4 ;|*
]
```

U1[3]

U1[3]

FA Capa Salida: GMOIDE

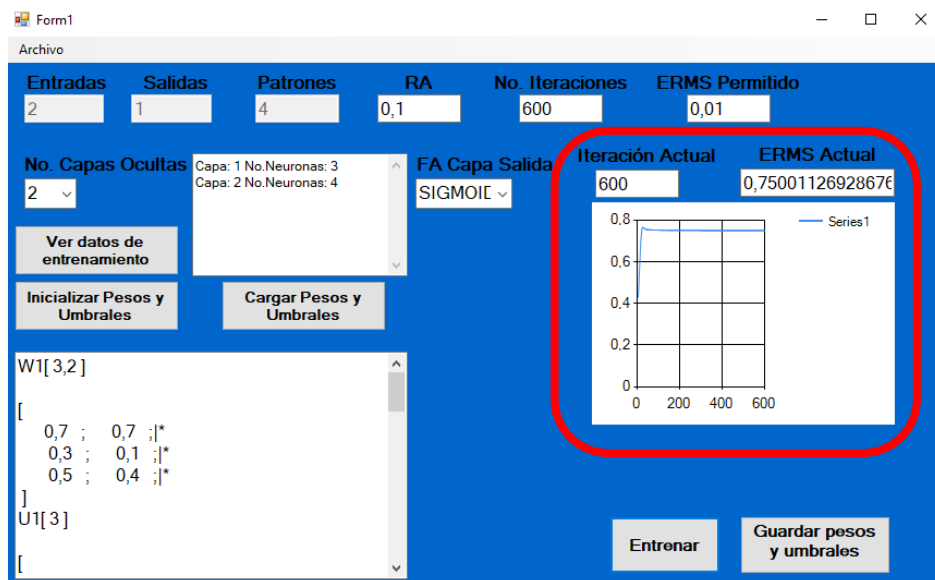
Iteración Actual:

ERMS Actual:

Entrenar

Guardar pesos y umbrales

Una vez haya dado clic en entrenar, se dibujará la gráfica y se verá reflejado todo el proceso hecho en las iteraciones.



Una vez finalizado todo el proceso de entrenamiento, los pesos y umbrales generados se podrán guardar en un archivo haciendo clic en el botón “Guardar pesos y umbrales”, como se muestra a continuación:

Form1

Archivo

Entradas: 2 Salidas: 1 Patrones: 4 RA: 0,1 No. Iteraciones: 600 ERMS Permitido: 0,01

No. Capas Ocultas: 2

Capa: 1 No. Neuronas: 3
Capa: 2 No. Neuronas: 4

FA Capa Salida: SIGMOID

Iteración Actual: 600 ERMS Actual: 0,75001126928676

Ver datos de entrenamiento

Inicializar Pesos y Umbrales

Cargar Pesos y Umbrales

W1[3,2]

```
[
  0,7 ; 0,7 ;|*
  0,3 ; 0,1 ;|*
  0,5 ; 0,4 ;|*
]
```

U1[3]

Entrenar

Guardar pesos y umbrales

Una vez guardados podrá cargar esos pesos y umbrales para simular la red. Para ello diríjase a Archivo /Simular

Madaline

Archivo

Cargar entrenamiento

Simular

Patrones RA No. Iteraciones ERMS Permitido

No. Capas Ocultas

Ver datos de entrenamiento

Inicializar Pesos y Umbrales

Cargar Pesos y Umbrales

Iteración Actual ERMS Actual

Guardar

Inicializar entrenamiento

Entrenar

Abrirá la siguiente interfaz:

SimulateMadaline

Cargar Red

Cargar Datos Para Simulación

Patrones para la Simulación

Simulación

SimulateMadaline

Cargar Red

Cargar Datos Para Simulación

Patrones para la Simulación

	X1	X2	X3
▶	0	0	0
	1	1	1
	1	1	1
	0	0	0
	0	1	1
	0	1	1
	0	0	1

▶	0.001575348885...
	0.997945716926...
	0.997908997936...
	0.001633872280...
	0.914881101359...
	0.840585874499...
	0.030586993554...

Simulación

[illegible]

0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

El vector suma para cada columna, tendrá la forma:

2	2	2	2	10	10	2	2	2	2
---	---	---	---	----	----	---	---	---	---

Nótese que la representación de cada letra es única. Se introdujeron otras letras y, en una segunda parte, fueron generadas aleatoriamente porque la intención era leer esas otras entradas, diferentes a T como un valor falso.

[illegible]

2	2	2	2	10	10	2	2	2	2
---	---	---	---	----	----	---	---	---	---

[illegible]

10	10	6	6	6	6	6	6	6	6
----	----	---	---	---	---	---	---	---	---

[illegible]

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Se declararon el número de capas y las neuronas a utilizar (20 y 10 respectivamente) y se introdujo el formato para las letras C, E y T y dos imágenes con ruido del mismo tamaño, por todo son cinco imágenes

10	10	4	4	4	4	4	4	4	4	4
----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0

1	3	2	1	10	9	4	3	2	2	2
---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

5	9	7	3	2	4	3	5	5	5	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

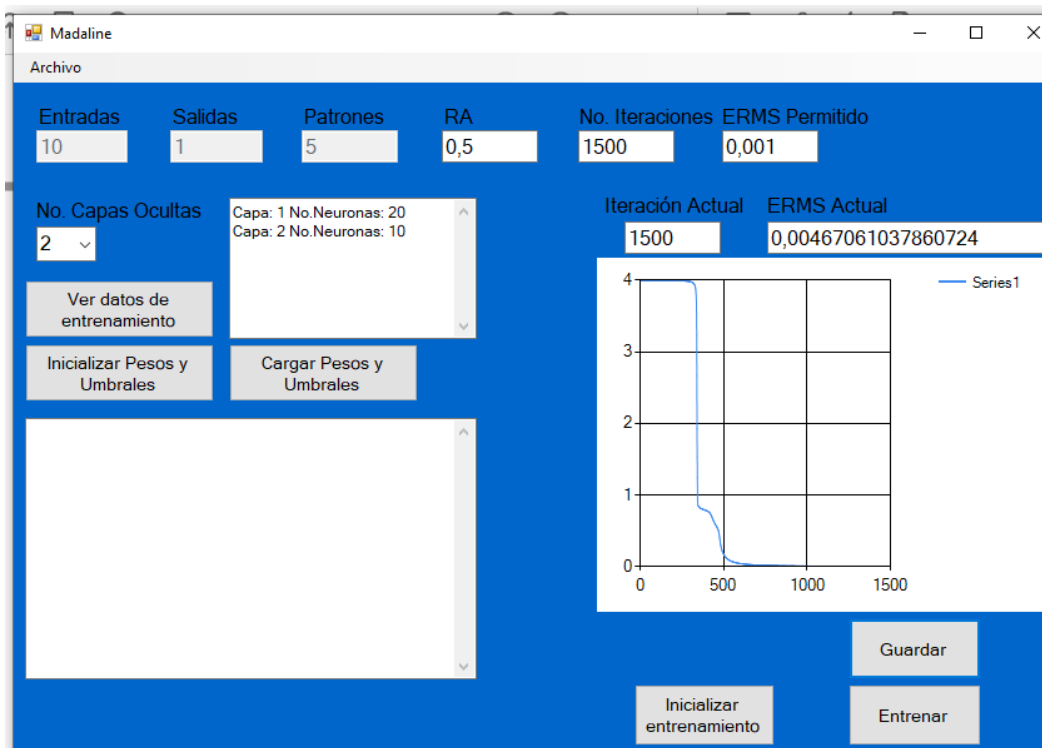
X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	YD1
2	2	2	2	10	10	2	2	2	2	1
10	10	6	6	6	6	6	6	6	6	0
10	10	4	4	4	4	4	4	4	4	0
1	3	2	1	10	9	4	3	2	2	0
5	9	7	3	2	4	3	5	5	5	0

Entradas = 10

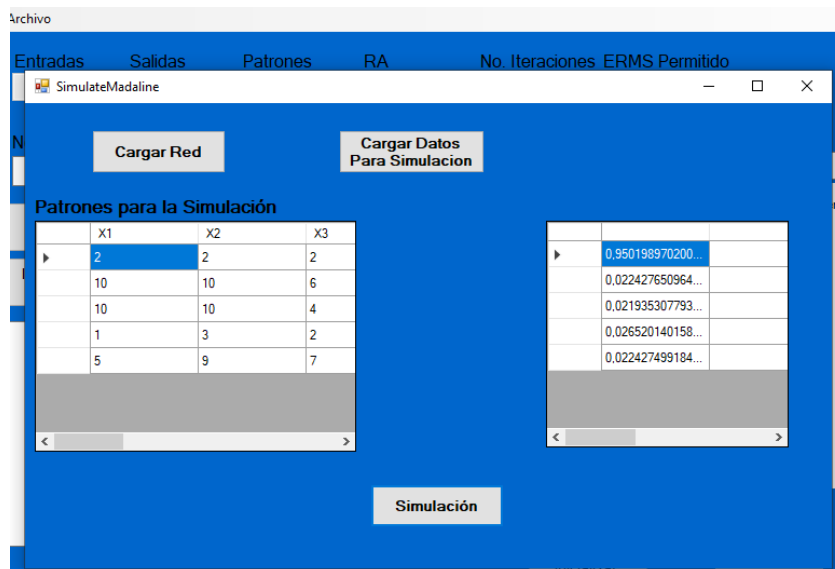
Patrones = 5

Salidas = 1

Entrenamiento



Simulación



2. Implemente una red madaline que aprenda la función lógica XOR, (OR y AND) de 2 entradas, simule el aprendizaje.

X	Y	S	C
-1	-1	-1	-1
-1	+1	+1	-1
+1	-1	+1	-1
+1	+1	-1	+1

X1	X2	YD1	YD2
-1	-1	-1	-1
-1	1	1	-1
1	-1	1	-1
1	1	-1	1

Entradas= 2

No. Capas ocultas = 1

No. Neuronas Capa Oculta = 3

Salidas = 2

ALGORITMO DE ENTRENAMIENTO

- REGLA DELTA

• INICIALIZAR PESOS Y UMBRALES (-1,1) ALEATORIA

J = 1 hasta M -> (M) No DE ENTRADAS

I = 1 hasta N -> (N) No DE NEURONAS CAPA1

L = 1 hasta Ñ -> (Ñ) No DE NEURONAS CAPA DE SALIDA

M = 2

N = 3

Ñ = 2

- DEFINIR LA FUNCION DE ACTIVACION POR CADA CAPA DE NEURONAS

Capa 1 = sigmodea

Salida= Escalon || Sigmodea

- ALGORITMO DE ENTRENAMIENTO
- REGLA DELTA
- INICIALIZAR PESOS Y UMBRALES (-1,1) ALEATORIA

W1 [M*N]

W1 [2*3]

0,8	0,3
-0,1	0,7
-0,6	0,4

W2 [N*Ñ]

W2 [3*2]

-0,1	0,5	0,2
0,0	-0,2	-0,4

U [N]

U1 [3]

-0,2
0,4
0,0

U2 [2]

0,3
- 0,2

- **PARAMETROS DE ENTRENAMIENTO**

- NUMERO DE ITERACIONES =100
- RATA DE APRENDIZAJE = 0,1
- ERROR MAXIMO PERMITIDO = 0,002

- **ENTRENAR LA RED**

-1	-1
----	----

PRIMER PATRON DE ENTRADA

CALCULAR LAS SALIDAS DE LAS NEURONAS QUE SE ENCUENTRAN EN LA PRIMERA CAPA OCULTA

$i=1,2, 3; j=1,2$

- $H1(i)=\sum((X(j)*W1(j,i))-U1(i))$

$$H1(1) = [(X(1) * W1(1,1) + X(2) * W1(2,1)) - U1(1)]$$

$$H1(1) = [((-1) * (0,8) + (-1) * (0,3)) - (-0,2)]$$

$$H1(1) = -0,9$$

$$H1(1) = 1/(1+e^{(-x)})$$

$$H1(1) = 1/(1+e^{(0,9)})$$

$$H1(1)= 0.2891$$

$$H1(2) = [(X1 * W1(1,2) + X2 * W1(2,2)) - U1(2)]$$

$$H1(2) = [((-1) * (-0,1) + (-1) * (0,7)) - (0,4)]$$

$$H1(2) = -1$$

$$H1(2) = 0.2689$$

$$H1(3) = [(X1 * W1(1,3) + X2 * W1(2,3)) - U1(3)]$$

$$H1(3) = [((-1) * (-0,6) + (-1) * (0,4)) - (0,0)]$$

$$H1(3) = 0,2$$

$$H1(3) = 0.5498$$

CALCULAR LAS SALIDAS DE LAS NEURONAS QUE SE ENCUENTRAN EN LA CAPA DE SALIDA

$L=1,2; i=1,2,3$

Escalón

Si $x \geq 0$ $y_r=1$

Si $x < 0$ $yr = -1$

- $YR(L) = \sum((H1(l) * W2(l,L)) - U3(L))$
- $YR(L) = FA(YR(L))$

$$YR(1) = [(H1(1) * W2(1,1) + H1(2) * W2(2,1) + H1(3) * W2(3,1)) - U2(1)]$$

$$YR(1) = [(0.2891) * (-0,1) + (0.2689) * (0,5) + (0.5498) * (0,2)) - (0,3)]$$

$$YR(1) = -0.0845$$

$$YR(1) = \text{£}(-0.0845) = -1$$

$$YR(1) = -1$$

$$YR(2) = [(H1(1) * W2(1,2) + H1(2) * W2(2,2) + H1(3) * W2(3,2)) - U2(2)]$$

$$YR(2) = [(0.2891) * (0,0) + (0.7311) * (-0,2) + (0.4502) * (-0,4)) - (-0,2)]$$

$$YR(2) = -0.0737$$

$$YR(2) = \text{£}(-0.0737) = -1$$

$$YR(2) = -1$$

- CALCULAR LOS ERRORES LINEALES PRODUCIDOS A LA SALIDA DE LA RED
- $EL(L) = YD(L) - YR(L)$

$$EL(1) = (-1) - (-1)$$

$$EL(1) = 0$$

$$EL(2) = (-1) - (-1)$$

$$EL(2) = 0$$

- CALCULAR EL ERROR DEL PATRON
- $EP = \sum |EL(k)| / \text{Número de salidas}$

$$EP = 0/2$$

$$EP = 0$$

ACTUALIZACION DE PESOS Y UMBRALES

- $W1(j,i) = W1(j,i) + RA * EP * X(j)$ MATRIZ DE PESOS DE ENTRADA

$$W1(1,1) = W1(1,1) + RA * EP * X(1)$$

$$W1(1,1) = 0.8 + 0.1 * 0 * -1 = 0.8$$

$$W1(2,1) = W1(2,1) + RA * EP * X(2)$$

$$W1(2,1) = 0,3 + (0,1 * 0 * -1) = 0,3$$

$$W1(1,2) = W1(1,2) + RA * EP * X(1)$$

$$W1(1,2) = -0,1 + (0,1 * 0 * -1) = -0,1$$

$$W1(2,2) = W1(2,2) + RA * EP * X(2)$$

$$W1(2,2) = 0,7 + (0,1 * 0 * -1) = 0,7$$

$$W1(1,3) = W1(1,3) + RA * EP * X(1)$$

$$W1(1,3) = -0,6 + (0,1 * 0 * -1) = -0,6$$

$$W1(2,3) = W1(2,3) + RA * EP * X(2)$$

$$W1(2,3) = 0,4$$

W1

0,8	0,3
-0,1	0,7
-0,6	0,4

- $W2(I,L) = W2(I,L) + RA * EL(L) * H1(I)$ MATRIZ DE PESOS ENTRE LA CAPA 1 Y LA CAPA DE SALIDA

- $W2(1,1) = W2(1,1) + RA * EL(1) * H1(1)$

$$W2(1,1) = -0,1 + (0,1 * 0 * 0,2891) = -0,1$$

Así todos los pesos dan igual...

W2

-0,1	0,5	0,2
0,0	-0,2	-0,4

3. RESFRIADO

Esta red neuronal, está entrenada para diagnosticar un resfriado a partir de los síntomas que se le indiquen. 1.5 La red consta de 4 neuronas en la capa de entrada, con las siguientes equivalencias:

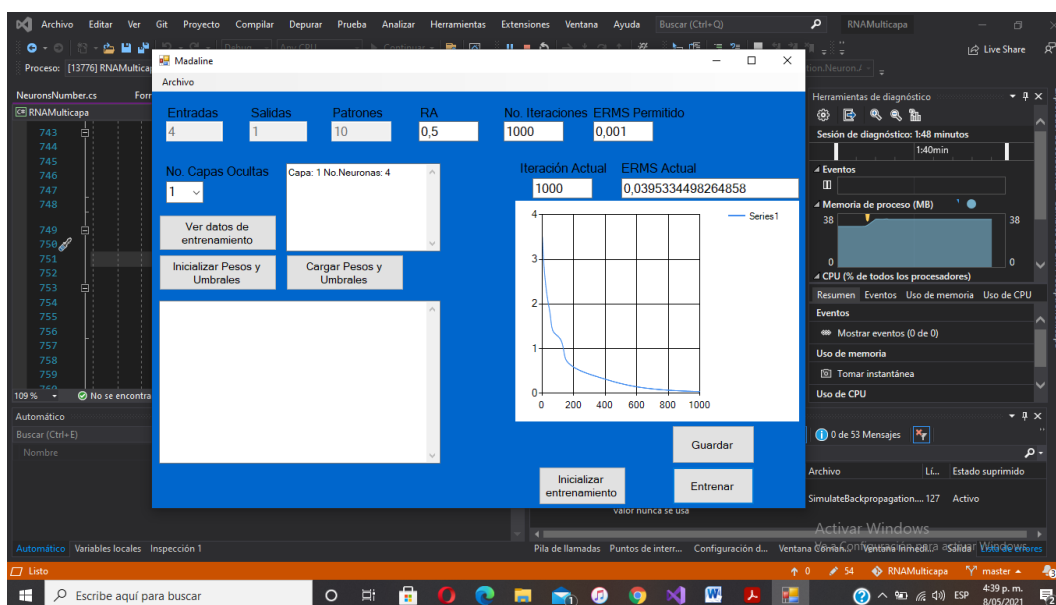
Neurona de entrada	Síntoma	Valor 0	Valor 1
1	Dolor de cabeza	No	Si
2	Fiebre	No	Si
3	Tos	No	Si
4	Dolor de rodilla	No	Si

A partir de estos datos, se elabora la siguiente tabla de entrenamiento:

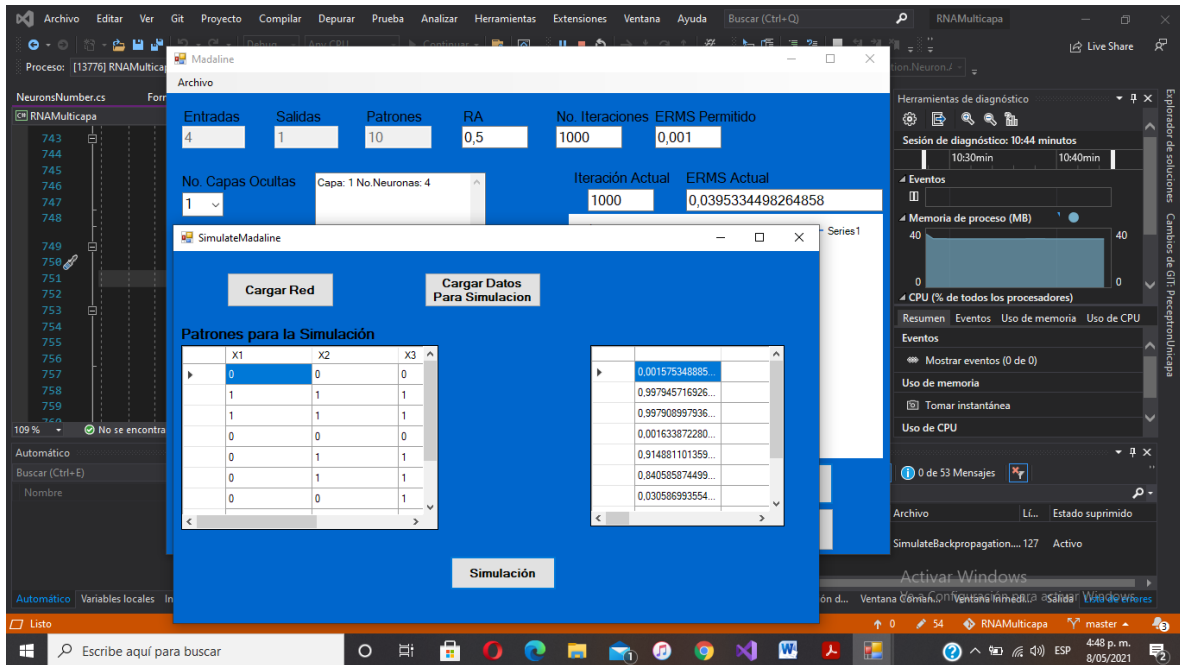
X_1	X_2	X_3	X_4	Capa de salida
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1
1	1	1	0	1
0	0	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1

0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1

ENTRENAMIENTO



SIMULACIÓN



4. MINIROBOT CON DECIMALES

Entrenar una red multicapa 3-3-2 para reproducir la lectura correspondiente a los sensores y la acción de los motores de un minirobot.

(0.1: Bajo – 0.9: Alto)

X1	X2	X3	d1	d2
0.1	0.9	0.1	0.1	0.9
0.1	0.1	0.9	0.1	0.9
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

ENTRENAMIENTO

Madaline

Archivo

Entradas: 3, Salidas: 2, Patrones: 4, RA: 0,5, No. Iteraciones: 2000, ERMS Permitido: 0,01

No. Capas Ocultas: 3

Capa: 1 No. Neuronas: 3
Capa: 2 No. Neuronas: 3
Capa: 3 No. Neuronas: 2

Iteración Actual: 2000, ERMS Actual: 0,960268364907533

Ver datos de entrenamiento

Inicializar Pesos y Umbrales

TrainData

	X1	X2	X3	YR1	YR2
▶	0,1	0,9	0,1	0,1	0,9
	0,1	0,1	0,9	0,1	0,9
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

SIMULACIÓN

SimulateMadaline

Cargar Red, Cargar Datos Para Simulación

Patrones para la Simulación

	X1	X2	X3
▶	0,1	0,9	0,1
	0,1	0,1	0,9
	0,1	0,1	0,1
	0,9	0,9	0,9

▶	0,123476127522...	0,8722975740
	0,122371399273...	0,8713127972
	0,001961554573...	0,1471224741
	0,863744966762...	0,9945101292

Simulación