# UMBRAL CON FUNCIONES DE SALIDA

## 1. Función o regla de propagación:

$$Net_j : \mathbb{R} \longrightarrow \mathbb{R} \qquad \text{Campo escalar}$$
$$(w_1, w_2, \ldots, w_n) \longrightarrow Net_j\,(w_1, w_2, \ldots, w_n) = \sum_j y_i w_{ij}$$

## 2. Función o regla de activación

Esta función que llamaremos $g : \mathbb{R} \longrightarrow \mathbb{R}$ produce un nuevo estado de activación en una neurona a partir del estado $(a_i)$ que existía y la combinación de las entradas con los pesos de las conexiones $(Net_j)$.

**Nota: En la mayoría de los casos, $g$ es la función identidad**, por lo que el estado de activación de una neurona en $t+1$ coincidirá con el **Net** de la misma en $t$. En este caso, el parámetro que se le pasa a la función de salida $f$ de la neurona será directamente el $Net$. **El estado de activación anterior no se tiene en cuenta.**

$$f : \mathbb{R} \longrightarrow \mathbb{R}$$

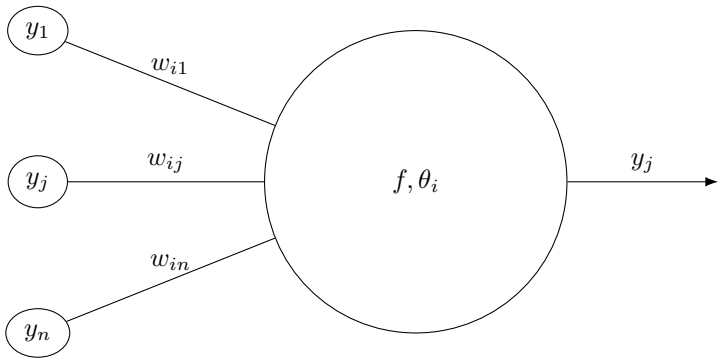
> Consideramos únicamente la función $f$, que denominaremos indistintamente 'de transferencia', 'de salida' o 'de activación'.

Además, normalmente la función de activación no está centrada en el origen del eje que representa el valor de entrada neta, sino que existe cierto desplazamiento debido a las características internas de las propias neuronas y que no es igual en todas ellas. Este valor se denota como $\theta_i$ y representa el umbral de activación de la neurona $i$.

Así:

$$y_i(t+1) = f\,(Net_i - \theta_i) = f\,(y_i(t) w_{ij} - \theta_i)$$

Luis Fernando Alvarez V. lfalvare@utp.edu.co
Leonardo Alvarez V. lalvarez@utp.edu.co
Hernando Alvarez R. healvare@utp.edu.co




La salida que se obtiene en una neurona para varias formas de la función $f$ son:

Luis Fernando Alvarez V. lfalvare@utp.edu.co
Leonardo Alvarez V. lalvarez@utp.edu.co
Hernando Alvarez R. healvare@utp.edu.co

**Función de activación escalón con estados de activación en $E = \{0, 1\}$**

$$y_i(t+1) = \begin{cases} 1 & \text{si } Net_i > \theta_i \\ y_i(t) & \text{si } Net_i = \theta_i \\ 0 & \text{si } Net_i < \theta_i \end{cases}$$

**Función de activación escalón con estados de activación en $E = \{-1, 1\}$**

$$y_i(t+1) = \begin{cases} +1 & \text{si } Net_i > \theta_i \\ y_i(t) & \text{si } Net_i = \theta_i \\ -1 & \text{si } Net_i < \theta_i \end{cases}$$

**Función de activación lineal – mixta**

Con esta función, el estado de activación de la unidad está obligado a permanecer dentro de un intervalo de valores prefijados.

$$y_i(t+1) = \begin{cases} b & \text{si } Net_i \leq b + \theta_i \\ Net_i - \theta_i & \text{si } b + \theta_i < Net_i < B + \theta_i \\ B & \text{si } Net_i \geq B \end{cases}$$

**Función de activación sigmoidal**

Es una función continua, por tanto el espacio de los estados es un intervalo del eje real.

$$y_i(t+1) = \frac{1}{1 + e^{-(Net_i - \theta_i)}}$$

Luis Fernando Alvarez V. lfalvare@utp.edu.co
Leonardo Alvarez V. lalvarez@utp.edu.co
Hernando Alvarez R. healvare@utp.edu.co

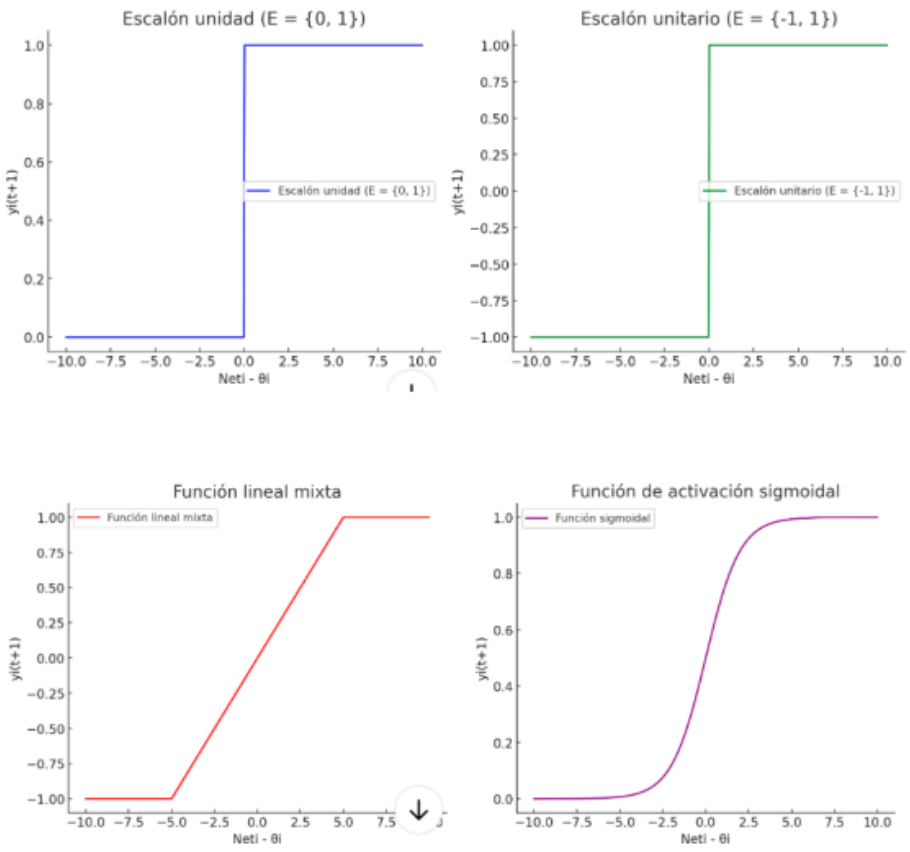



Figura 1: Gráficas de funciones de transferencia teniendo en cuenta $\theta_i$

Luis Fernando Alvarez V. lfalvare@utp.edu.co
Leonardo Alvarez V. lalvarez@utp.edu.co
Hernando Alvarez R. healvare@utp.edu.co