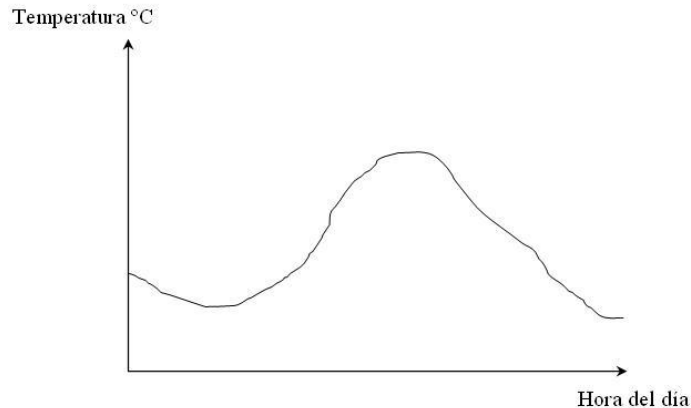


## 1. Señales digitales-analógicas

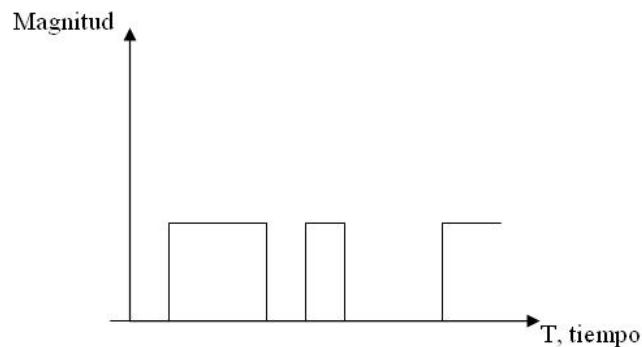
Antes de comenzar con el diseño de sistemas digitales, se debe definir qué es una señal continua, discreta, analógica, digital y binaria.

Una **señal continua** es aquella que toma algún valor en cualquier momento, es decir, en cualquier momento  $t$ , si medimos la señal, obtenemos un valor. También suelen denominarse señales analógicas. Un ejemplo sería la medida de la temperatura en función del tiempo tal y como se muestra en la Figura 1.



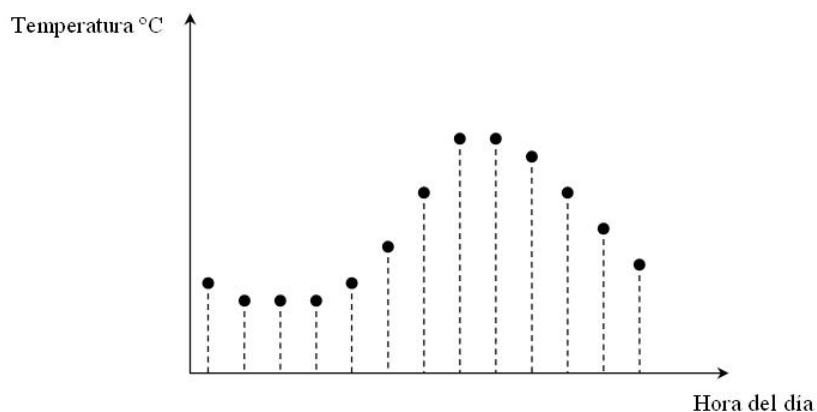
**Figura 1**

Si la señal continua únicamente toma dos valores, entonces se denomina **señal binaria**, Figura 2.



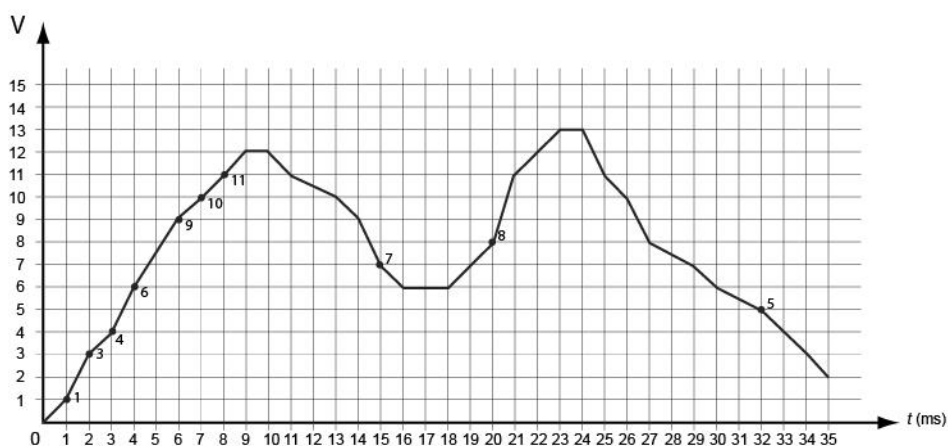
**Figura 2**

Una **señal muestreada o discretizada** es aquella que toma valores únicamente en instantes concretos de tiempo. En el caso de de la señal de la Figura 1, si se toma el valor de la temperatura únicamente cada hora, se obtiene la gráfica representada en la Figura 3.



**Figura 3**

Si los valores concretos de una señal muestreada los tenemos que limitar a un conjunto de valores finito, entonces será una **señal cuantificada**. Supongamos la señal continua de la Figura 4 muestrea cada 1ms. El valor medido en cada unidad de tiempo debe ajustarse a algún valor entero entre 0 y 15. Si en el instante  $t=5\text{ms}$  se mide el valor 9,8V puesto que en el conjunto de datos no existe ese valor, habrá que asignarle el valor posible más cercano, en este caso el de 10V. Se puede concluir que, en este caso, está habiendo pérdida de datos respecto de la señal continua. Se podrían perder menos datos si el conjunto de valores seleccionado fuese mayor, es decir, en lugar de 15 fuesen 30. En este caso, se podría distinguir 9V-9,5V-y 10V. Es decir, cuanto mayor sea el conjunto de datos, menor pérdida de datos respecto de la señal original.



**Figura 4**

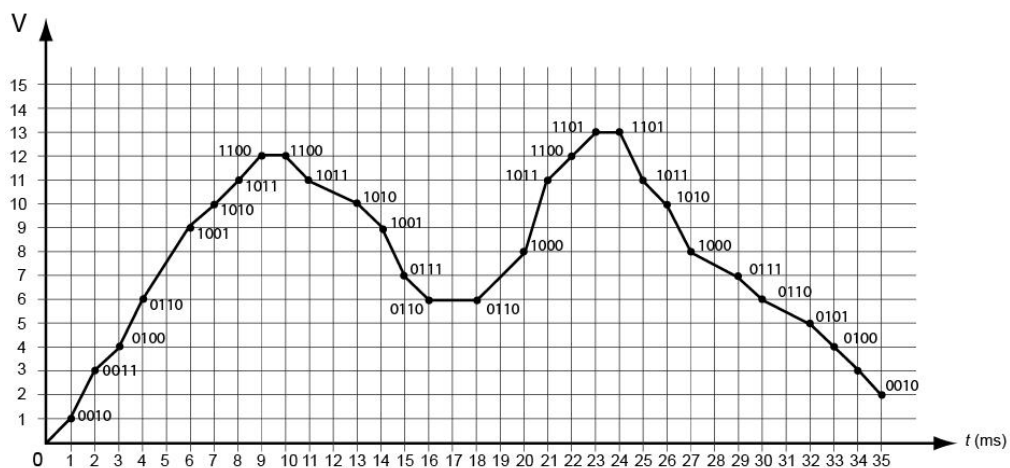
Si el conjunto de datos muestreados lo codificamos en código binario, entonces se obtiene una **señal discreta binaria**. El código binario está basado en la utilización

de dos únicos dígitos el 1 y el 0. Cada dígito se denomina bit. A partir de la combinación de estos dos dígitos se obtienen los números equivalentes en decimal. Por ejemplo el 12 en binario se escribe 1100. Así pues, siguiendo con el ejemplo de la Figura 4, para codificar en binario números enteros de 0 a 15, se necesitan 4 bits, es decir, con 4 bits podemos formar 16 combinaciones de 1s y 0s diferentes que se asignarán a los números decimales del 0 al 15 según la Tabla 2.

|   |      |    |      |
|---|------|----|------|
| 0 | 0000 | 8  | 1000 |
| 1 | 0001 | 9  | 1001 |
| 2 | 0010 | 10 | 1010 |
| 3 | 0011 | 11 | 1011 |
| 4 | 0100 | 12 | 1100 |
| 5 | 0101 | 13 | 1101 |
| 6 | 0110 | 14 | 1110 |
| 7 | 0111 | 15 | 1111 |

**Tabla 2**

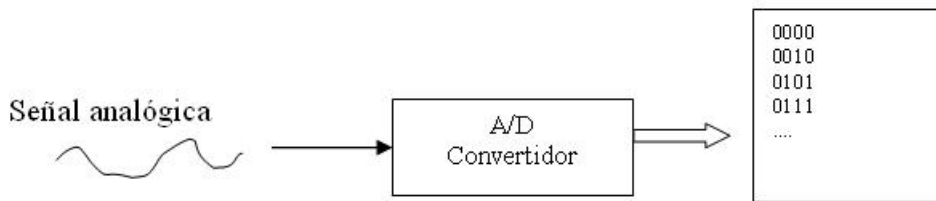
Entonces, el equivalente a la Figura 4 sería la Figura 5.



**Figura 5**

Estos valores obtenidos a partir de la señal continua en formato binario se pueden almacenar por ejemplo, en un archivo de datos y formar lo que denominamos una **señal digital**. De esta manera, se ha conseguido trasladar una señal del “mundo analógico” al “mundo digital”. Esta transformación es muy interesante ya que una vez se disponen de las señales en un procesador digital, se les pueden aplicar cálculos computacionales. El

dispositivo encargado de realizar dicha transformación se denomina convertidor A/D (analógico/digital).



**Figura 6**

Si el conjunto de datos, en lugar de enteros de 0 a 15 hubiera sido 0, 0.5, 1, 1.5....14.5, 16, entonces tendríamos un conjunto de 32 valores y para codificarlos en binario harían falta 5 bits:

|     |       |     |       |      |       |      |       |
|-----|-------|-----|-------|------|-------|------|-------|
| 0   | 00000 | 4   | 01000 | 8    | 10000 | 12   | 11000 |
| 0.5 | 00001 | 4.5 | 01001 | 8.5  | 10001 | 12.5 | 11001 |
| 1   | 00010 | 5   | 01010 | 9    | 10010 | 13   | 11010 |
| 1.5 | 00011 | 5.5 | 01011 | 9.5  | 10011 | 13.5 | 11011 |
| 2   | 00100 | 6   | 01100 | 10   | 10100 | 14   | 11100 |
| 2.5 | 00101 | 6.5 | 01101 | 10.5 | 10101 | 14.5 | 11101 |
| 3   | 00110 | 7   | 01110 | 11   | 10110 | 15   | 11110 |
| 3.5 | 00111 | 7.5 | 01111 | 11.5 | 10111 | 15.5 | 11111 |

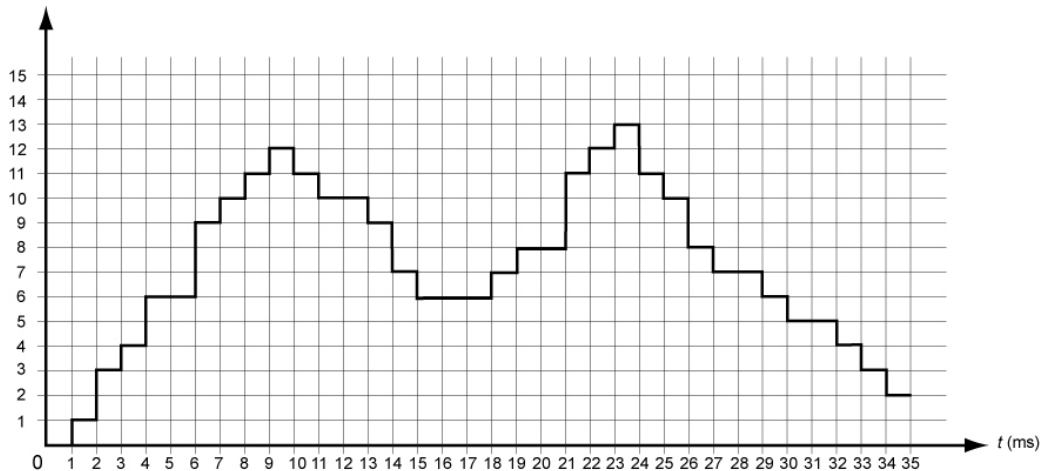
Y por lo tanto el tamaño del dispositivo de almacenamiento de los datos que resulte de la digitalización deberá ser mayor.

Resulta igual de interesante la transformación inversa, es decir, la conversión de una señal digital en una señal continua. El dispositivo encargado de realizar dicha labor se denomina convertidor D/A (digital/analógico).



**Figura 7**

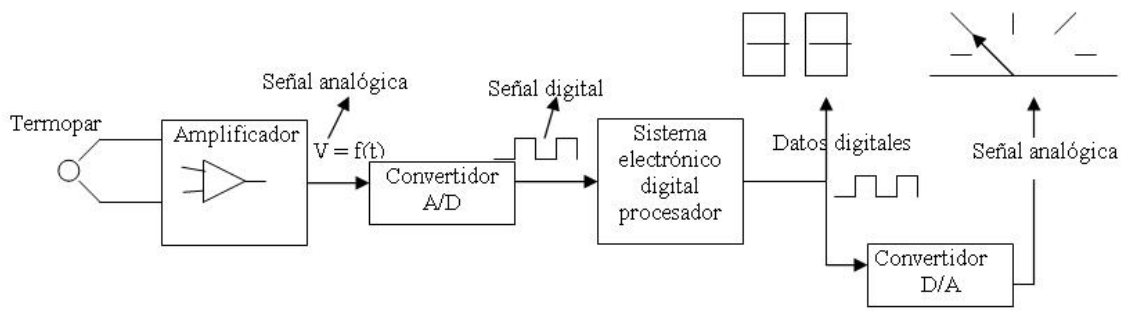
Para ello, se accede al dispositivo donde se han almacenado los datos (por ejemplo, a un archivo de datos) de la señal digitalizada y se van extrayendo secuencialmente. Se decodifica el dato y se le asigna un valor de tensión. En el ejemplo, se extrae el 0000, se le asignan 0V y se generan hasta que se extrae el siguiente dato. El 0010, se le asignan 2 V y se generan hasta que se extrae el siguiente dato ,etc...Así la señal reconstruida que se obtiene sería según la Figura 8



**Figura 8**

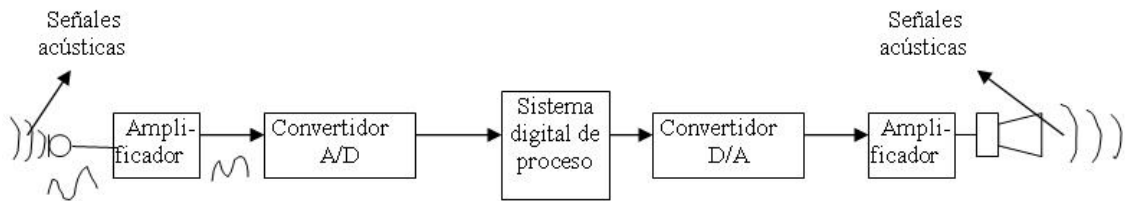
Dos ejemplos de aplicación de lo presentado hasta el momento son los siguientes:

1) La Figura 9 es un sistema de adquisición de temperatura: un sensor de temperatura se encarga de generar un voltaje a partir de una la temperatura captada. Este voltaje suele ser muy bajo (en el LM35  $1^{\circ}\text{C} = 100\text{mV}$ ??). por lo que requiere de una amplificación (acondicionamiento de señal). A continuación se muestrea la señal y se digitaliza a través de convertidor A/D. Una vez digitalizada se procesan los datos en un procesador digital. El resultado de este proceso es digital por lo que si queremos verlo fuera del ordenador en un sistema analógico, el convertido D/A deberá entrar en escena.



**Figura 9**

2) La Figura 10 es un sistema de grabación y reproducción de señales acústicas y sigue el mismo esquema que el ejemplo anterior.



**Figura 10**

En este caso, el procesamiento de la señal podría ser la conversión a formato mp3.