

Electrónica Digital y Microcontroladores

Tema 5.2 Microcontroladores – ADC y DAC

Josué Meneses Díaz

josue.meneses@usach.cl

Universidad de Santiago de Chile

13-08-2024

Objetivos

- Estudiar las etapas de una medición
 - Ver conceptos fundamentales del procesamiento de datos digitales
- Estudiar un método de conversión digital-análogo
- Estudiar métodos de conversión análogo-digital
- Aprender como utilizar el ADC de un Arduino
- Configurar Arduino para el envío de información serial

Etapas de procesamiento de una medición

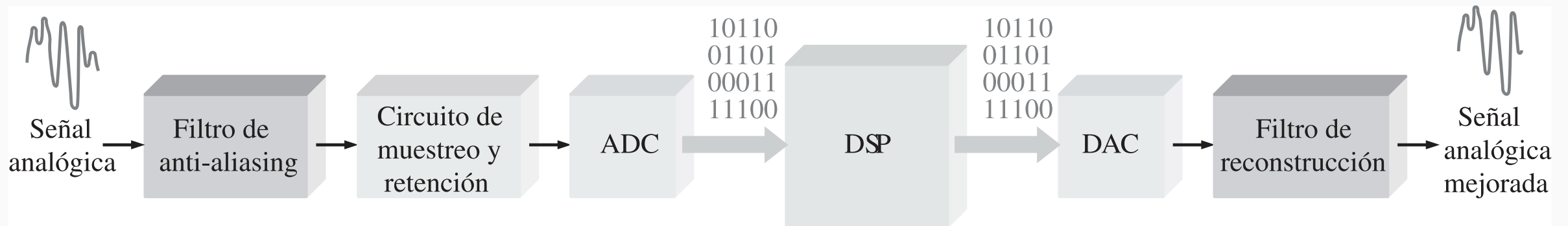


FIGURA 13.2 Diagrama de bloques básico de un sistema típico de procesamiento digital de la señal.

Floyd, Thomas L. *Fundamentos de Sistemas digitales*. Prentice Hall, 2006.

Muestreo y Retención

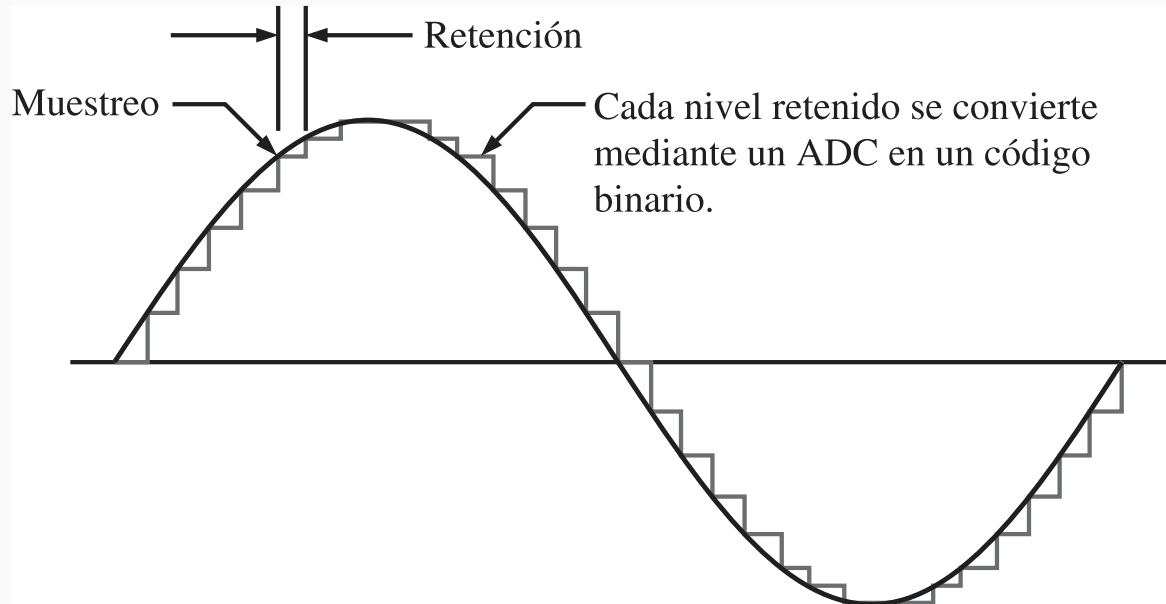


FIGURA 13.1 Una señal analógica original (onda sinusoidal) y su aproximación "en escalera".

Floyd, Thomas L. *Fundamentos de Sistemas digitales*. Prentice Hall, 2006.

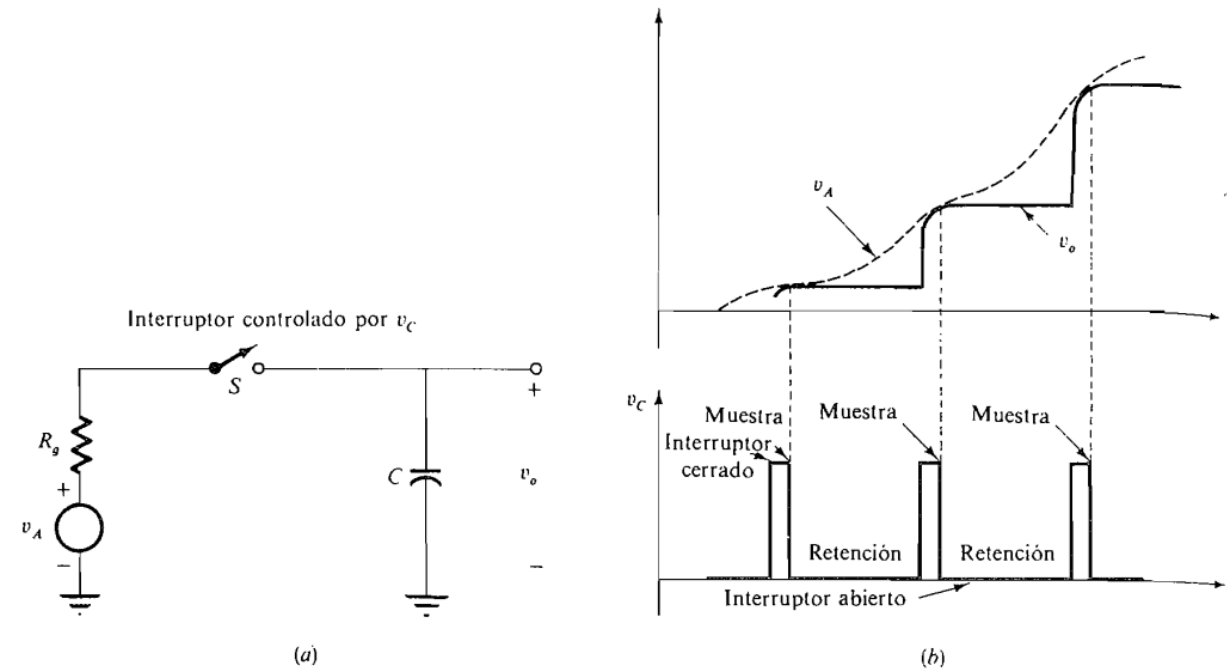
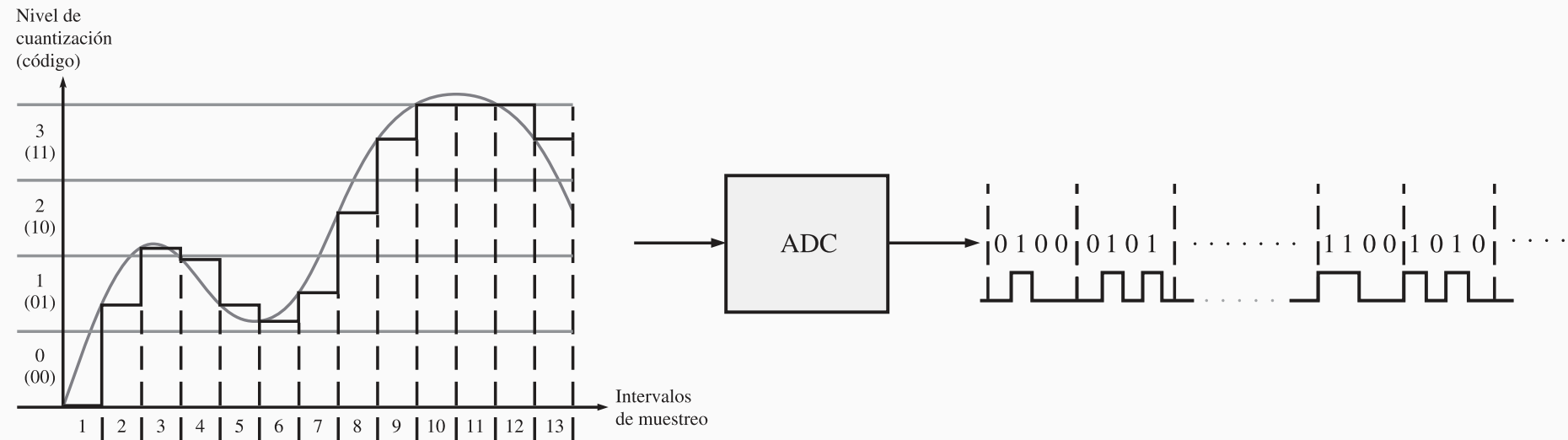


Figura 15.1-1. Circuitos de muestreo y retención: (a) circuito simple con interruptor; (b) formas de onda.

Schilling, Donald L. - *Circuitos electrónicos: discretos e integrados*.

Conversión analógica-digital



Intervalo de muestreo	Nivel de cuantificación	Código	Intervalo de muestreo	Nivel de cuantificación	Código
1	0	00	8	2	10
2	1	01	9	3	11
3	2	10	10	3	11
4	1	01	11	3	11
5	1	01	12	3	11
6	1	01	13	3	11
7	1	01			

Conversión analógica-digital

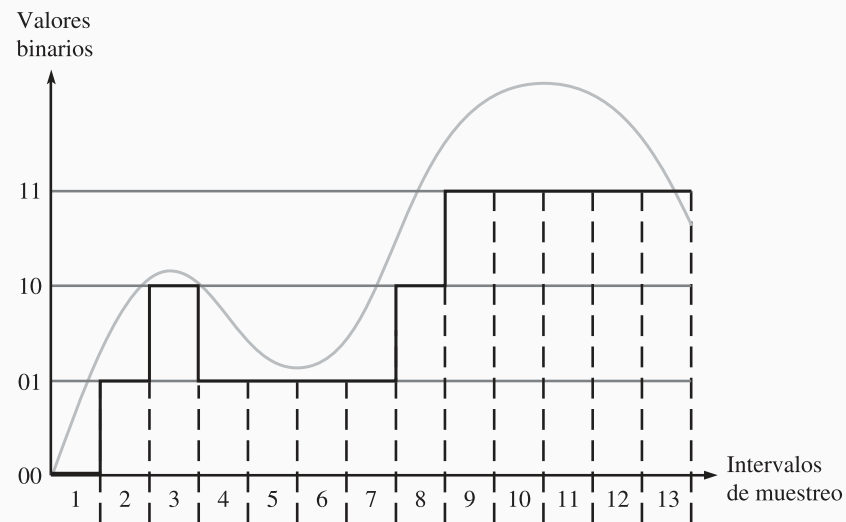
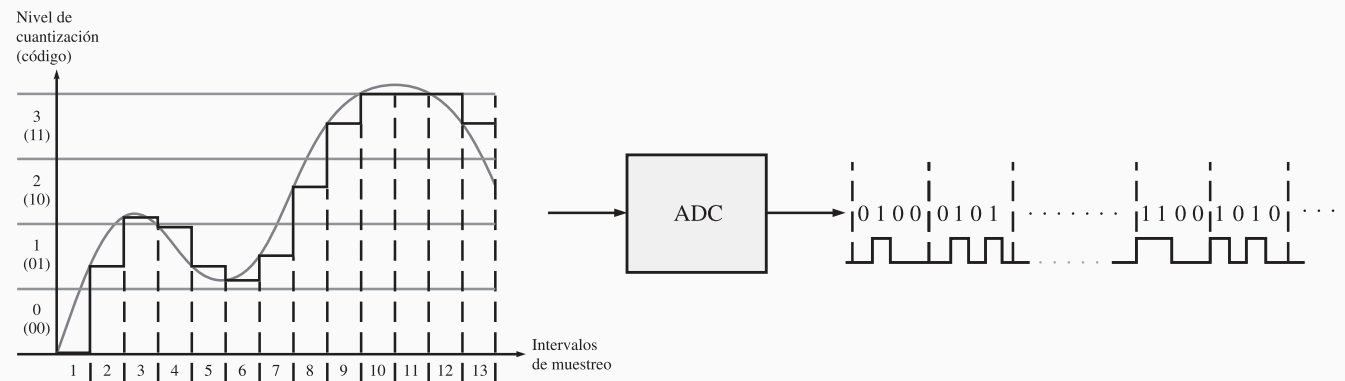


FIGURA 13.10 Forma de onda reconstruida de la Figura 13.9, utilizando cuatro niveles de cuantificación (2 bits). La forma de onda analógica original se muestra como referencia.

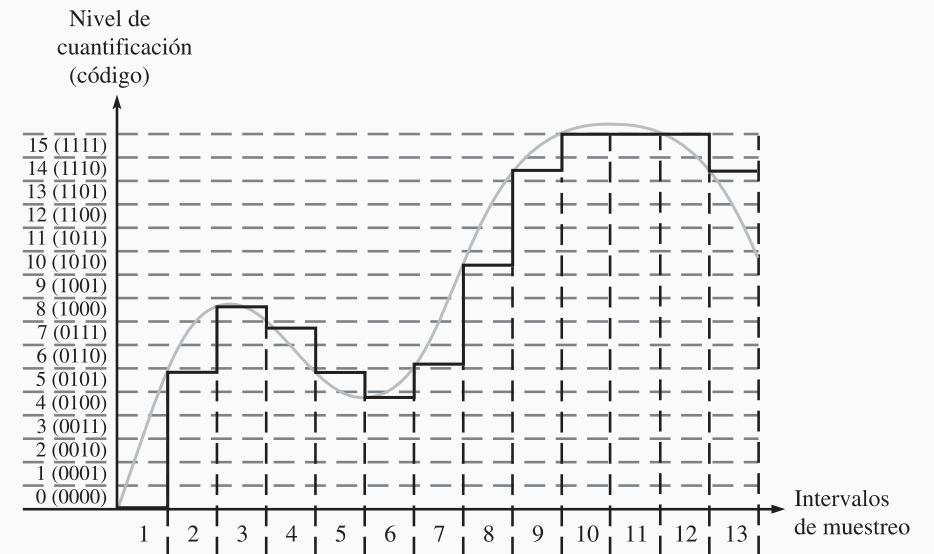


FIGURA 13.11 Forma de onda de salida del bloque de muestreo y retención con dieciséis niveles de cuantificación. También se muestra la forma de onda analógica original como referencia.

Muestreo

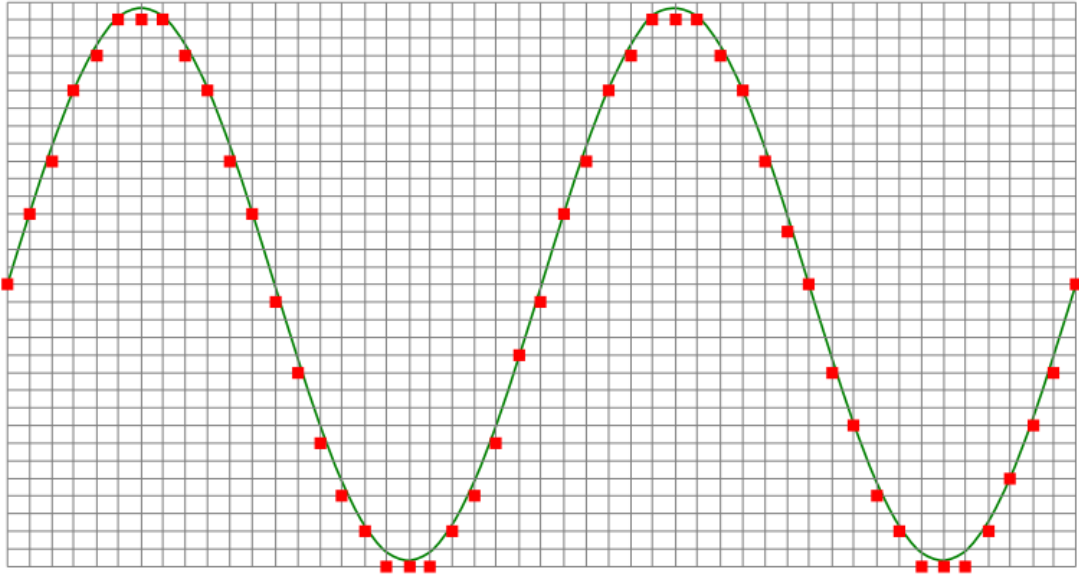


Figure 3.1: Sampling

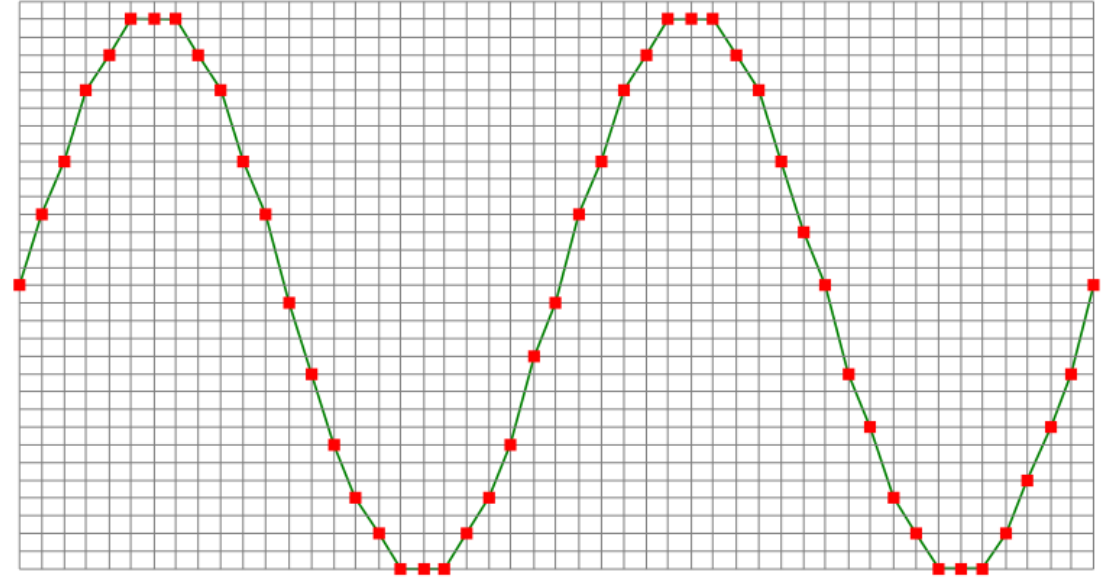
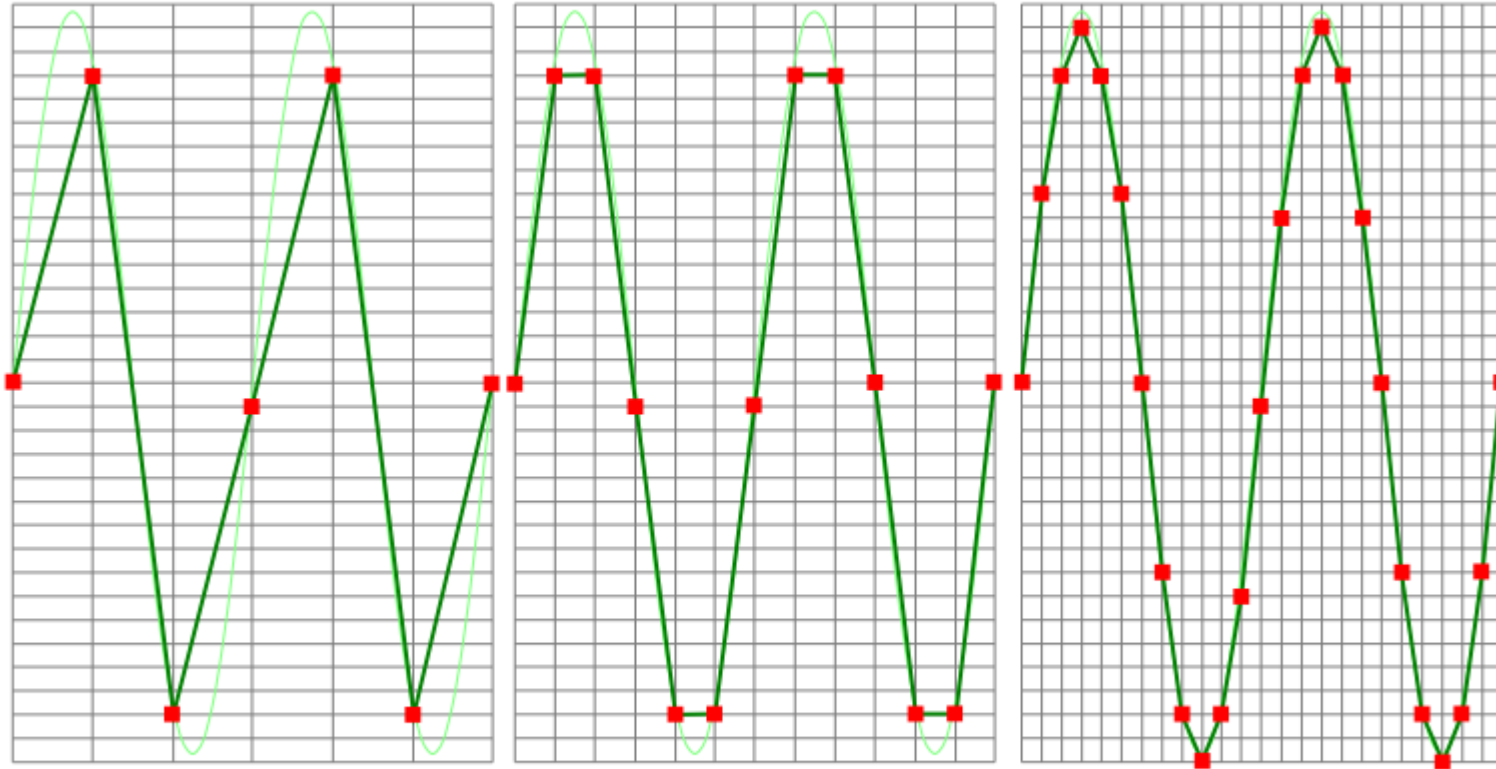


Figure 3.2: "connecting" the samples

Handyscope HS5 instrument manual – TiePie instrument,

Frecuencia de muestreo



Nyquist frequency: Frecuencia de muestreo dos veces mayor que la frecuencia más alta

Figure 3.3: The effect of the sampling rate

Efectos del cambio de la frecuencia de muestreo. Handyscope HS5 instrument manual – Tie Pie instrument,

Resolución, rango y paso de voltaje

$$LevelCount = 2^{resolution}$$

Ejemplo: 14 bits de resolución

$$2^{14bits} = 16,384 \text{ niveles}$$

Rango = Voltaje máximo del conversor

Si el rango es $200mV$ entonces puedo convertir $-200mV$ a $200mV$. Rango completo es de $400mV$

$$VoltageStep = \frac{FullInputRange}{LevelCount}$$

voltage step de $0.400V/16384=24.41\mu V$

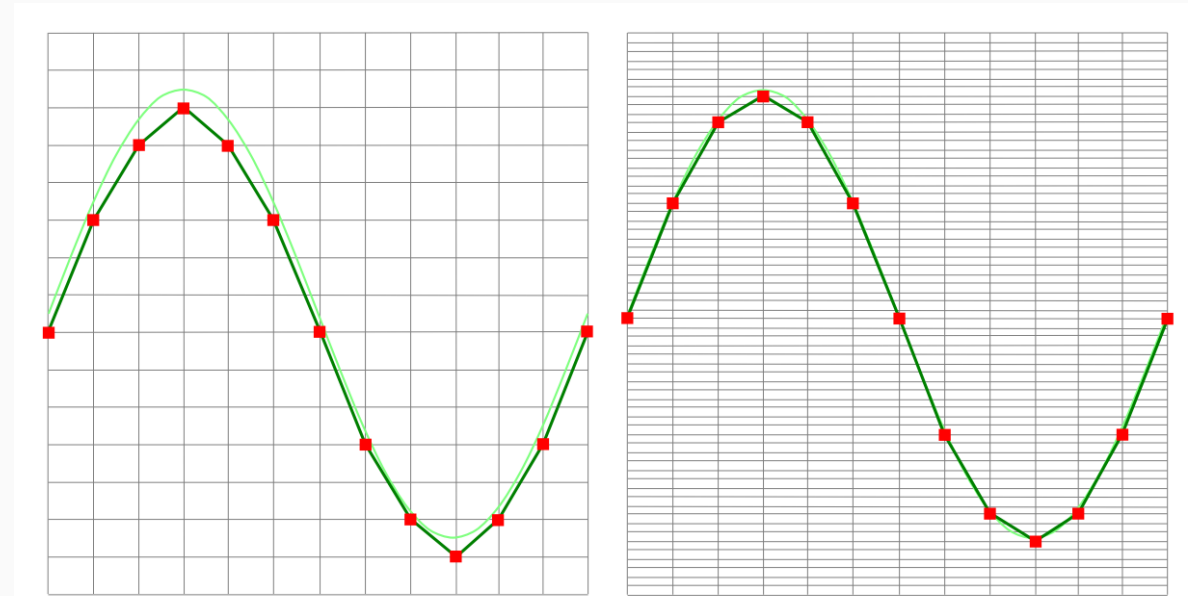


Figure 3.5: The effect of the resolution

Diferencia entre resolución para 16 niveles (2^4 bits) (a) y 64 (2^6 bits) (b). Handyscope HS5 instrument manual – Tie Pie instrument,

DAC Ponderación binaria

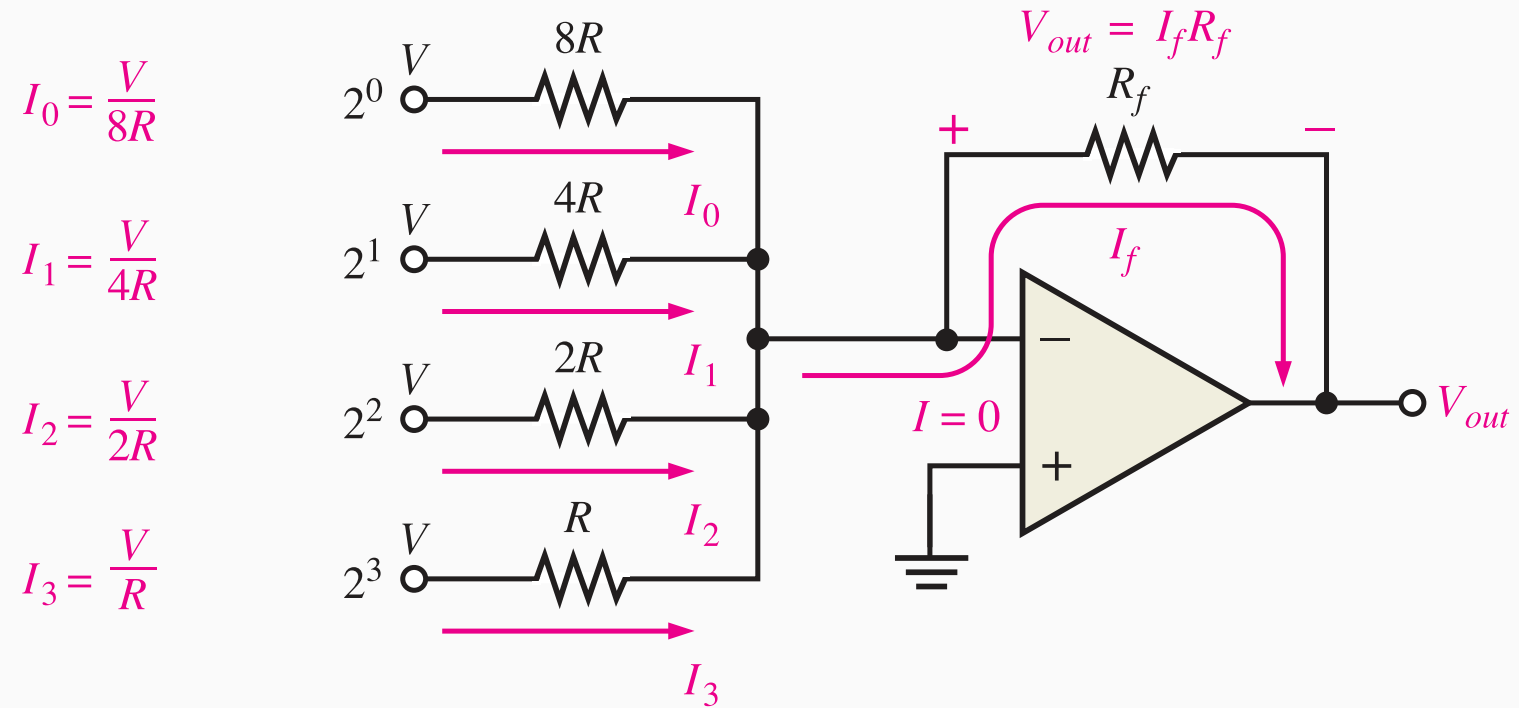


FIGURE 12-26 A 4-bit DAC with binary-weighted inputs.

ADC Flash

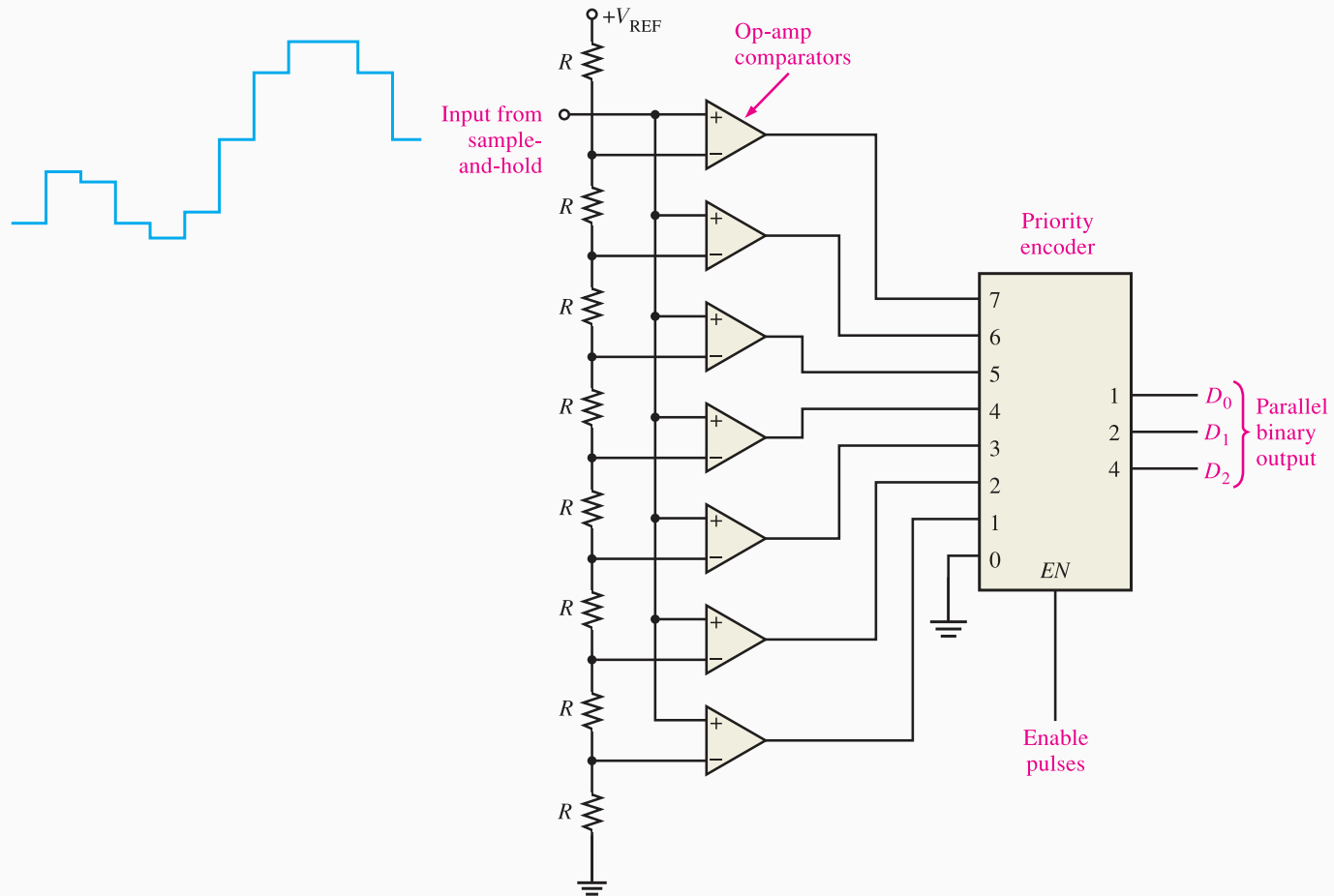


FIGURE 12-12 A 3-bit flash ADC.

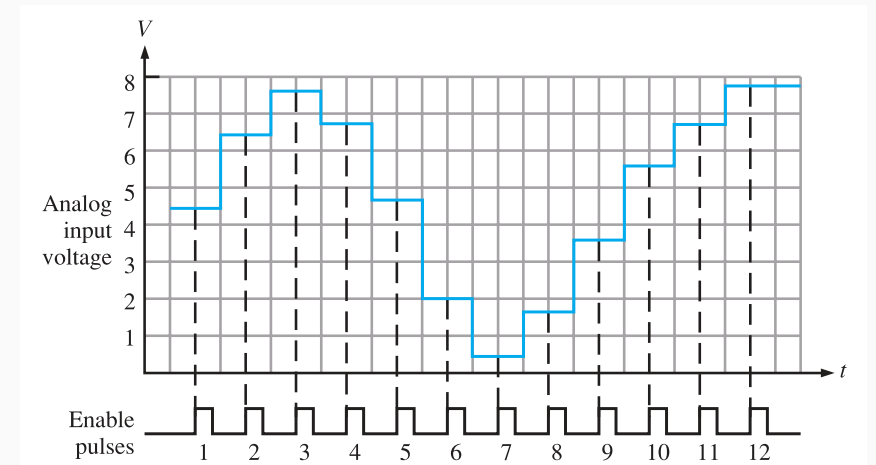


FIGURE 12-13 Sampling of values on a waveform for conversion to binary code.

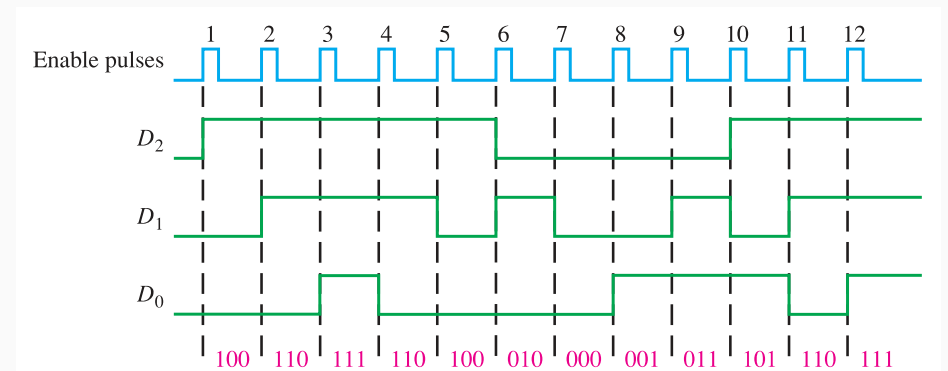


FIGURE 12-14 Resulting digital outputs for sample-and-hold values. Output D_0 is the LSB of the 3-bit binary code.

Otros ADC

- ADC controlado por contador
- ADC por aproximaciones sucesivas

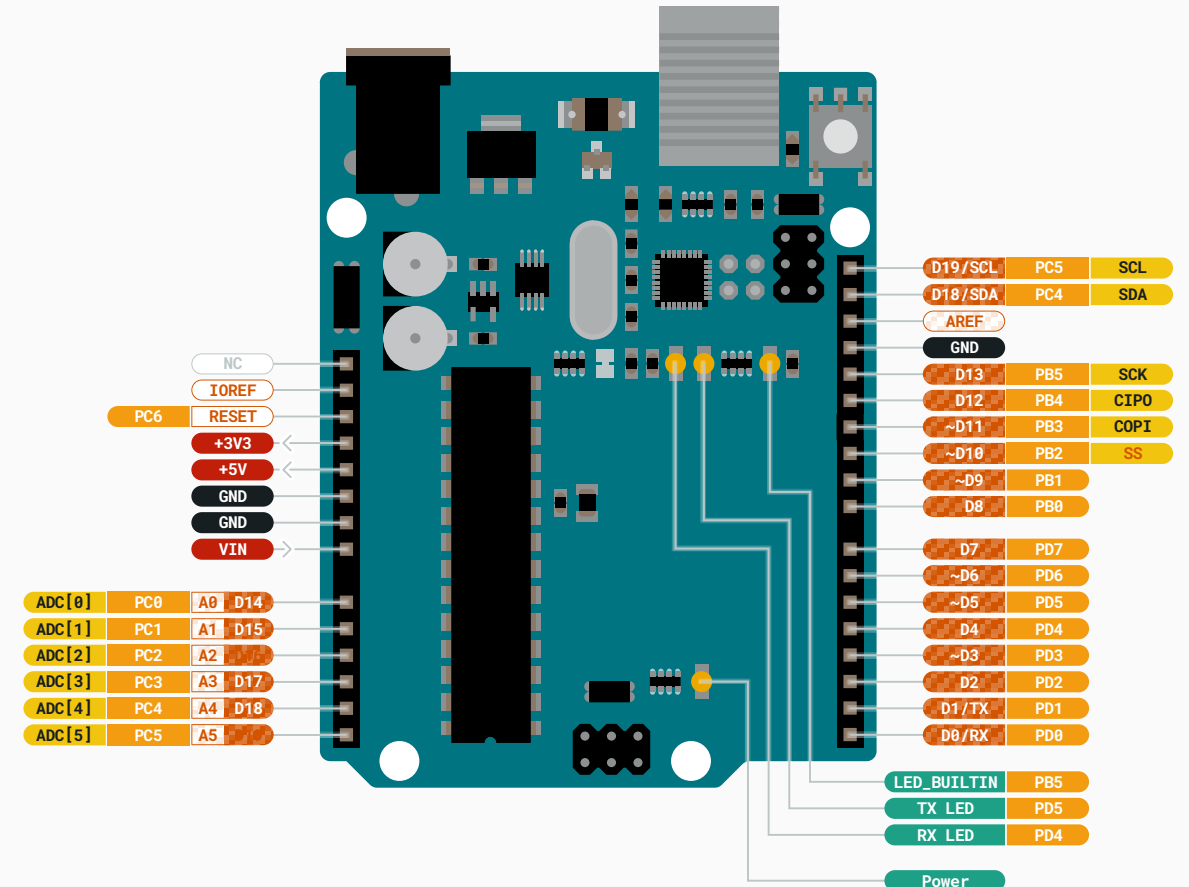
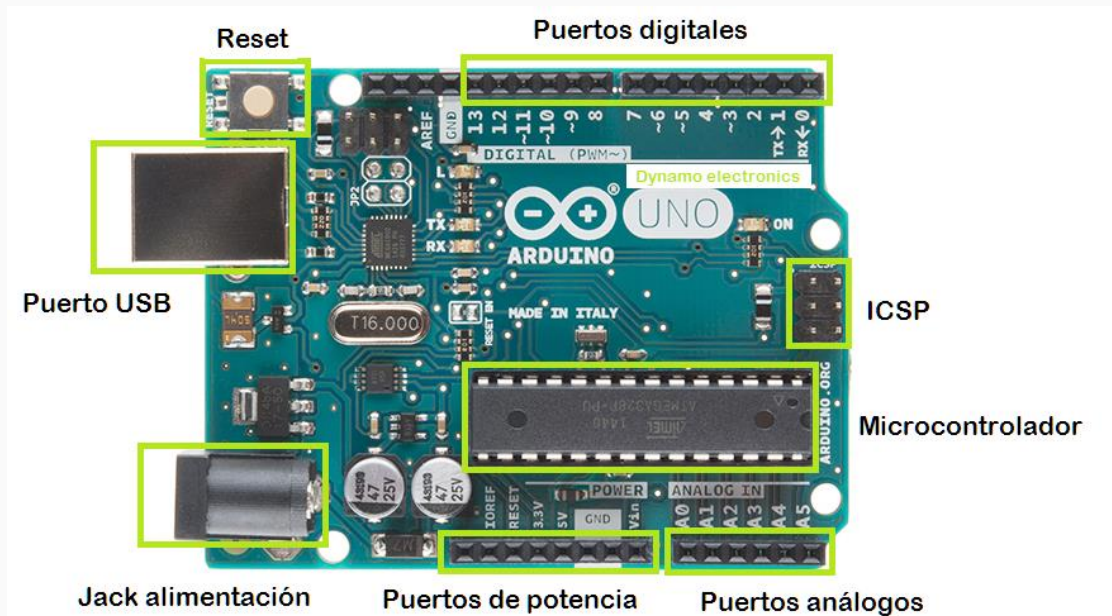
Conversor en Arduino

- 10-bit analog to digital converter.
 - This means that it will map input voltages between 0 and the operating voltage (5V or 3.3V) into integer values between 0 and 1023

BOARD	OPERATING VOLTAGE	USABLE PINS	MAX RESOLUTION
Uno	5 Volts	A0 to A5	10 bits
Mini, Nano	5 Volts	A0 to A7	10 bits
Mega, Mega2560, MegaADK	5 Volts	A0 to A14	10 bits
Micro	5 Volts	A0 to A11*	10 bits
Leonardo	5 Volts	A0 to A11*	10 bits
Zero	3.3 Volts	A0 to A5	12 bits**
Due	3.3 Volts	A0 to A11	12 bits**
MKR Family boards	3.3 Volts	A0 to A6	12 bits**

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/analog-io/analogread/>

Puertos Analógicas



Ground
 Power
 LED
 Internal Pin
 SWD Pin

Digital Pin
 Analog Pin
 Other Pin
 Microcontroller's Port
 Default

⚠️ **MAXIMUM** current per I/O pin is 20mA
 ⚠️ **MAXIMUM** current per +3.3V pin is 50mA

VIN 6-20 V input to the board.
 NOTE: CPIO/COP1 have previously been referred to as MISO/MOSI

analogRead()

analogRead Lee el valor desde un pin analógico. El valor entregado es un entero entre 0 y 1023.

Sintáxis

```
analogRead(A3);
```

Ejemplo

```
void setup() {  
}  
  
void loop() {  
    val = analogRead(A3);  
}
```

Serial.begin() y Serial.println()

Serial.begin Configuración de la velocidad puerto serial, en baudios.

Serial.print Envían información por puerto serial con codificación ASCII.

Serial.println Idéntico a **Serial.print** pero con salto de lineal.

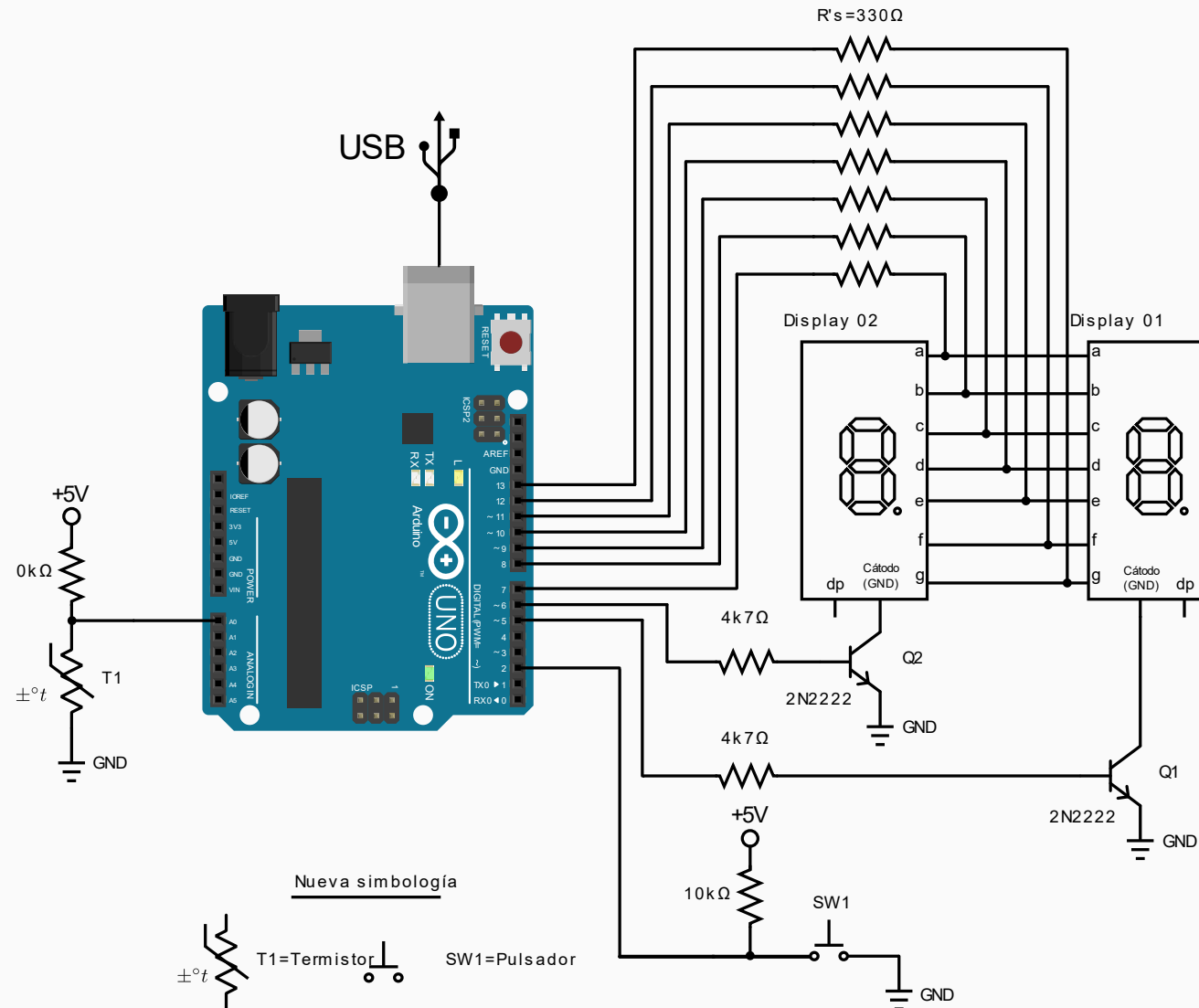
Sintáxis

```
Serial.begin(9600);  
Serial.println(val);
```

Ejemplo

```
int val = 0;  
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
    // 4800 9600 19200 38400  
}  
  
void loop() {  
    Serial.print("Hola");  
    Serial.println("mundo!!!");  
    val = analogRead(A3);  
    Serial.println(val);  
}
```


Laboratorio 4 – Termómetro digital



Referencias

- Floyd, Thomas L. *Fundamentos de Sistemas digitales*. Prentice Hall, 2006.
- Schilling, Donald L., Miguel Angel Pérez García, Fernando Nuño García, y Juan Díaz González. *Circuitos electrónicos: discretos e integrados*. Tercera Edición. McGraw-Hill, 1993.
- Arduino. «Arduino Reference - Arduino Reference». Accedido 16 de junio de 2022. <https://www.arduino.cc/reference/en/>.