

Tema 8
PROTOSCOLOS DE
COMUNICACIÓN

Introducción

Necesidad de comunicación

Un sistema de instrumentación necesita en muchos casos elementos de comunicación entre las distintas partes que lo componen.

Ejemplos:

- **Comunicación intracircuital:** Conversores con el microcontrolador, etc.
- **Comunicación intercircuital:** Sensores a larga distancia con control.
- **Comunicación con el usuario:** Sistema hacia/desde el PC, etc.

Tipos de comunicación

- Con hilos / óptica / radiofrecuencia (Nos centraremos en las dos primeras)
- Serie / Paralelo
- Analógica / digital
- ...

**Una pléyade de posibilidades
Sólo veremos una selección de ellas**

Introducción

¿Qué nos debe interesar de cada tipo de comunicación?

Es importante conocer las características técnicas de cada protocolo de comunicación para elegir el adecuado a nuestro sistema:

- 1) Complejidad del hardware: Número de cables, elementos de interfaz, etc.
- 2) Velocidad de transmisión de datos.
- 3) Inmunidad al ruido.
- 4) Posibilidad o no de bus y tamaño de éste.
- 5) Niveles de tensión/corriente implicados
- 6) Facilidad de implementación en software
- 7) Experiencia, tradición del grupo, legado y know-how

Y más aspectos que pueden surgir...

El protocolo 4-20 mA

Un clásico en la comunicación industrial

Este protocolo se caracteriza por convertir un determinado rango de tensiones en corrientes entre 4 y 20 mA.

Ventajas

- Existen ICs específicamente diseñados
- Basta con un par de cables trenzados
- Inmune a pérdidas óhmicas e interferencias
- Detección de cortes en la comunicación como señales de 0 mA
- En señales analógicas de baja frecuencia, es posible insertar señales digitales superpuestas (Protocolo **HART** a 1200 bps)

Problemas

- Consumo elevado
- Unidireccional y un único emisor receptor.
- No lleva una codificación asociada.

Utilizado en ámbitos industriales

El protocolo RS232

Elemental pero útil

Es un protocolo serie tipo **asíncrono** (transmisor y receptor han acordado las frecuencias de muestreo).

Características

- Digital
- No admite buses. Sólo dos elementos intervienen.
- Bidireccional. Un cable para cada sentido de comunicación.
- En el interior de una placa, pueden usarse los niveles lógicos normales. En el caso de comunicaciones por cable, se requieren conversiones de la forma:

"1" → Menos que -3 V | "0" → Más de +3 V

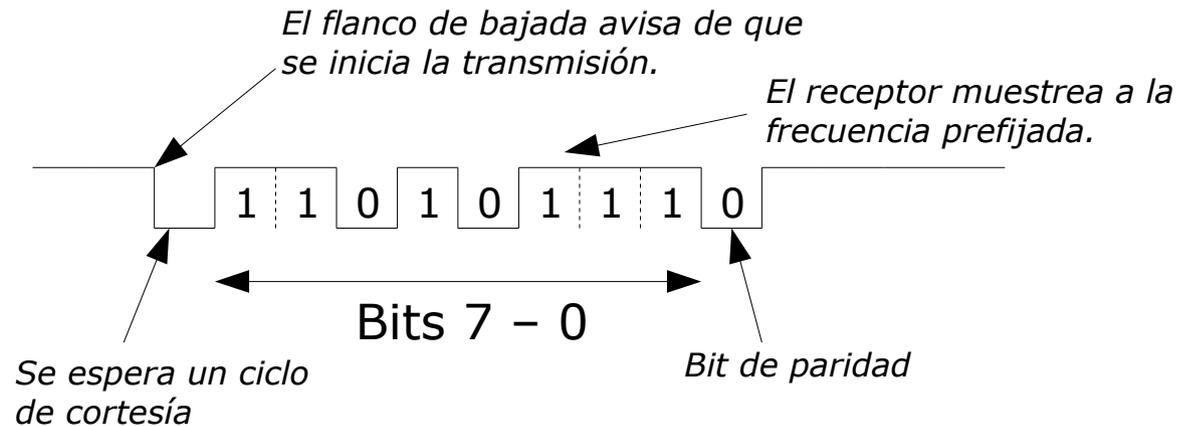
Existen ICs que realizan las conversiones.

- Velocidad típica: 9600 bps (Es posible alcanzar hasta 115000)
- Distancia: 15 m

Reliquia (aún viva) de los años 80

El protocolo RS232

Características



Source: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:RS-232.jpeg>

Ejemplos prácticos de programación

- <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/SoftwareSerialExample>
- <http://angelespachecos.blogspot.com.es/2013/01/comunicacion-serial-pic-pic.html>

Y aunque ya no existan PCs con puerto serie, existen adaptadores para USB (Hyperlink, /dev/ttys0, etc.)

Básico para los aficionados

Los protocolo RS422 y RS485

Evolución del protocolo seria para ambientes industriales

Similar al RS232 excepto que es diferencial y no necesita conversión de voltajes.

Características del RS422

- **DIFERENCIAL:** Cada sentido tiene dos cables, TX+ y TX-.

"1": TX+ = +5 V y TX- = 0 V (Diferencia positiva)

"0": TX+ = 0 V y TX- = +5 V (Diferencia negativa)

- Velocidad típica: Hasta 10 Mbps
- Distancia: 1200 m (90 kbps)

Características del RS485

Al incorporar más cables, es posible llevar a los receptores a estado de alta impedancia permitiendo la comunicación con hasta 32 receptores.

Utilizado en ámbitos industriales, aviones, etc.

El protocolo SPI

Uno de los más usados en la actualidad

SPI: *Serial Peripheral Interface*

Características del SPI

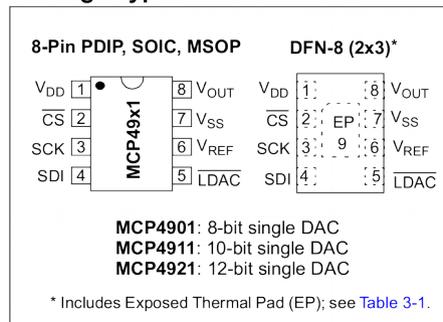
- **Síncrona:** El maestro proporciona una señal de reloj.
- **Tamaño:** No restringido a enviar sólo bytes.
- **Posibilidad de multiplexado:** Los esclavos podrían ser elegidos a voluntad con señales adicionales.
- **Bidireccional:** El reloj del maestro también controla la salida del otro.
- **Niveles de tensión:** Naturales, "0" \equiv 0 V, "1" \equiv V_L
- **Longitud máxima:** No más de un metro salvo combinación con RS485.
- **Frecuencia:** Seleccionable por el maestro.

Distintas variedades y apropiados para tarjetas

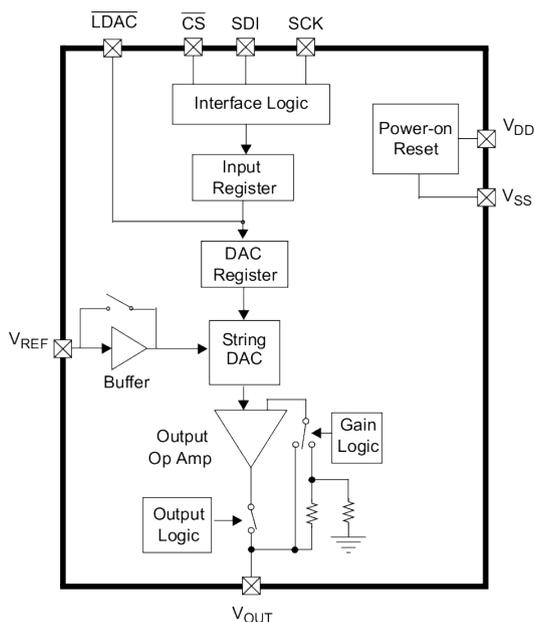
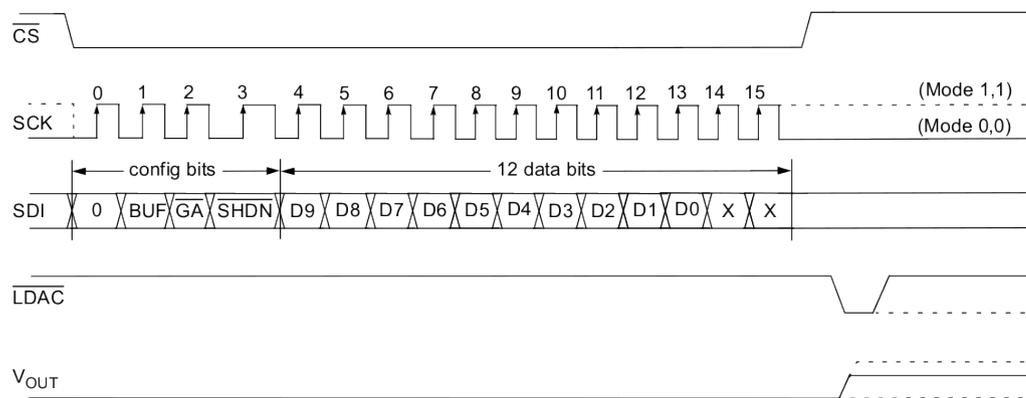
El protocolo SPI

Un ejemplo práctico: El DAC MCP4911 (en el lab.)

Package Types



Sólo CS (Habilitación), SCK (reloj del maestro) y SDI (datos) definidos el protocolo. LDAC es propio del dispositivo.



- bit 15 0 = Write to DAC register
1 = Ignore this command
- bit 14 **BUF:** V_{REF} Input Buffer Control bit
1 = Buffered
0 = Unbuffered
- bit 13 **GA:** Output Gain Selection bit
1 = 1x (V_{OUT} = V_{REF} * D/4096)
0 = 2x (V_{OUT} = 2 * V_{REF} * D/4096)
- bit 12 **SHDN:** Output Shutdown Control bit
1 = Active mode operation. V_{OUT} is available.
0 = Shutdown the device. Analog output is not available. V_{OUT} pin is connected to 500 kΩ (typical).
- bit 11-0 **D11:D0:** DAC Input Data bits. Bit x is ignored.

Hay variaciones sobre el protocolo estándar

El protocolo I²C

Otro de los más usados en la actualidad

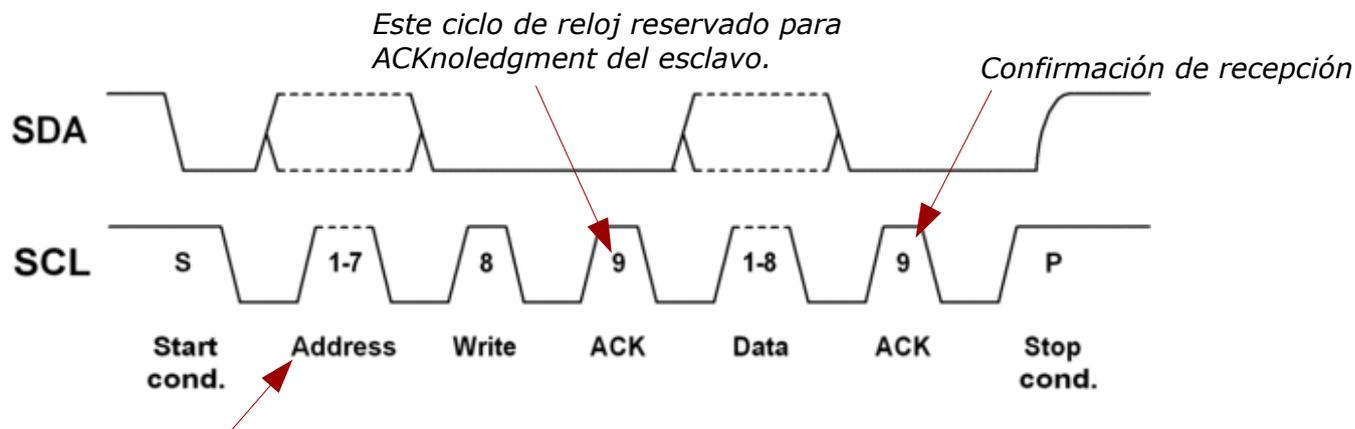
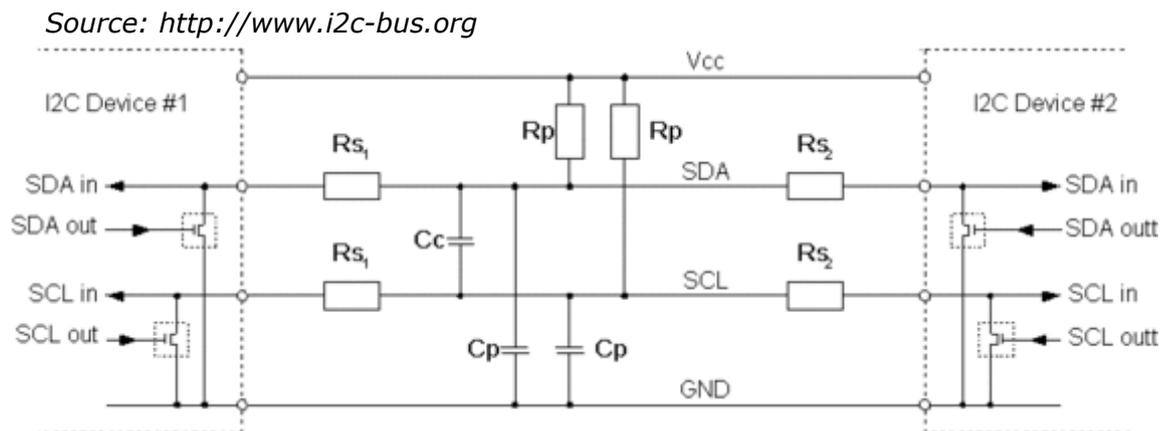
I²C: *Inter-Integrated Circuit*

Características del I²C

- **Síncrona:** El maestro proporciona una señal de reloj.
- **Tamaño:** Sólo se pueden enviar bytes.
- **Posibilidad de multiplexado:** Hasta 112 esclavos, con dirección propia codificada con 7 bits.
- **Dos únicas líneas:** Bastan dos cables para controlar los dispositivos, uno con la señal SDA (Datos) y otro con SCLK (reloj).
- **Niveles de tensión:** Naturales, "0" \equiv 0 V, "1" \equiv V_L .
TODOS LOS DISPOSITIVOS en colector abierto y resistencias de pull-up.
- **Longitud máxima:** Depende del tipo de cable y frecuencia de trabajo.
- **Frecuencia:** Seleccionable por el maestro.

El protocolo I²C

La configuración estándar



112 direcciones + 16 reservadas
= 128 valores

Programable en micros con facilidad

Otros protocolos de importancia

Además de los vistos anteriormente, que son apropiados para comunicaciones dentro de la placa, existen otros protocolos avanzados.

- **USB:** Tipo SERIE, muy rápido, con niveles lógicos típicos. Su programación es más compleja que RS232, SPI o I2C aunque permite comunicación directa con el ordenador.

Existen adaptadores USB/RS232, USB/SPI, etc.

Varios protocolos definidos (1.0, 2.0 y 3.0)

- **CAN:** Permite la gestión con varias CPU.

Hay más protocolos y combinaciones de los anteriores

Comunicación con PC

El puerto USB permite conectar una placa con un ordenador. También puede conectar el PC con aparatos de instrumentación (multímetros, osciloscopios, etc.).

Sin embargo, no es el protocolo más usual. En su lugar:

- **GPIB**: aka IEEE-488. Usado tradicionalmente en electrónica. Actualmente en declive. Sin embargo, hay adaptadores USB/GPIB para permitir el uso de aparatos antiguos pero plenamente funcionales.
- **Ethernet/LAN (TCP/IP)**: Los dispositivos más modernos (desde un micro a un instrumento de medida) pueden tener una dirección IP y comunicarse con el PC central.

En boga actualmente.

Todo controlado por LabView o equivalente.

Comunicación con PC (GPIB)



Source: <https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE-488>



Source: <https://www.partsdata.co.uk>



Source: <http://www.conrad.com>

Comunicación por infrarrojos

En algunos casos, la comunicación entre sistemas puede realizarse por señales ópticas siempre y cuando no se requiera una gran velocidad.

Principalmente, **sistemas de control remoto**:

- TV, DVD, ...
- Sistemas de calefacción o aire acondicionado.
- Control de luces.
- ...

Características eléctricas vistas en Tema 4.

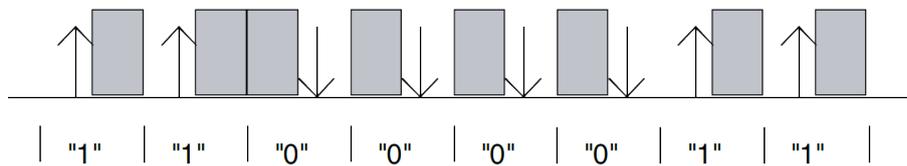
- Emisión en la zona de $1 \mu\text{m}$ (Vapor de agua).
- Modulación a 38 kHz (Normalmente).
- Alcance máximo de 10 m (Limitación física por potencia).
- Sin restricciones legales al ser de corta distancia.

En dura competencia con los sistemas RF.

Comunicación por infrarrojos

Codificación de bits

Codificación Bifase o Manchester



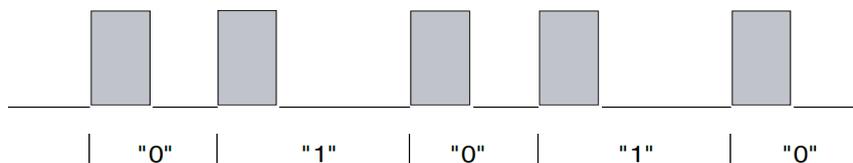
- Se buscan transiciones a mitad de ciclo (rising, '0')
- Recepción libre de componentes DC.
- Implementación más difícil.

Codificación por anchura de pulso



- La duración de un pulso marca el valor del bit.
- Basta un contador en el receptor para regenerar la señal.

Codificación por distancia de pulso



- La distancia entre pulsos marca el valor del bit.
- Basta un contador en el receptor para regenerar la señal..

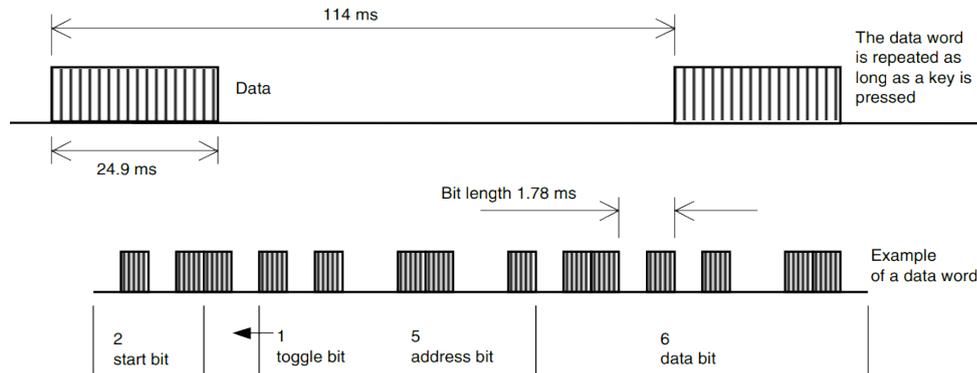
Source: <http://www.vishay.com>
 "Data Formats for IR Control"

¡No olvidemos que los bits se han modulado en frecuencia!

Comunicación por infrarrojos

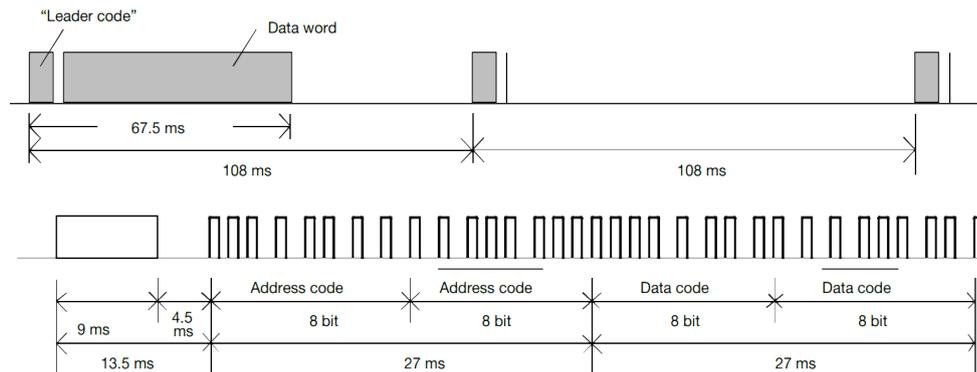
Algunos protocolos de transmisión típicos

Philips REC



- Codificación Manchester
- 36 kHz
- El *toggle bit* cambia cada vez que se pulsa un botón.
- Si se mantiene pulsado el botón, se vuelven a mandar los datos.
- 5 bits de dirección, 6 de datos.

NEC



- Cod. por distancia de pulso
- 38 kHz
- 8 bits de dirección, 8 de datos.
- Se envían los datos y sus negados para mantener duración constante (67.5 ms)
- Se repiten los pulsos cada 108 ms si se mantiene pulsado el botón.

Source: <http://www.vishay.com> "Data Formats for IR Control"

Otros protocolos como Sony SIRC, JVC, ... en la web

Comunicación por RF

Cada vez más populares

Trabajan en la banda de 2,4 GHz.

- **Zigbee:** Extremadamente popular en instrumentación electrónica por su alcance (100 m sin obstáculos) y velocidad adecuada (250 kb/s). Bajo consumo y muy fácil de utilizar.
- **Bluetooth:** Sólo reemplaza al ZigBee si se requiere una gran velocidad de transmisión (1 Mb/s), poco habitual en sistemas de instrumentación.
- **WiFi:** Sólo en dispositivos capaces de albergar IP dentro de una red. Permite control remoto.

Pueden convivir distintos protocolos (cableados e inalámbricos) dentro del mismo sistema