

Clase 2 - Limitaciones. Protocolos de comunicación.

Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires
Laboratorio de Control Automático (86.22)
Dr. Ing. Claudio D. Pose



Limitaciones de diseño

- Las singularidades en el semiplano derecho del lazo imponen restricciones de diseño.
- Limitan la velocidad de respuesta del controlador.
- Además, deben considerarse las limitaciones reales de la planta, las cuales no necesariamente pueden modelarse como sistema LTI.
- En muchos casos, la planta continua se controla mediante un diseño que se ejecuta en un sistema digital.

Limitaciones de diseño - Retardo

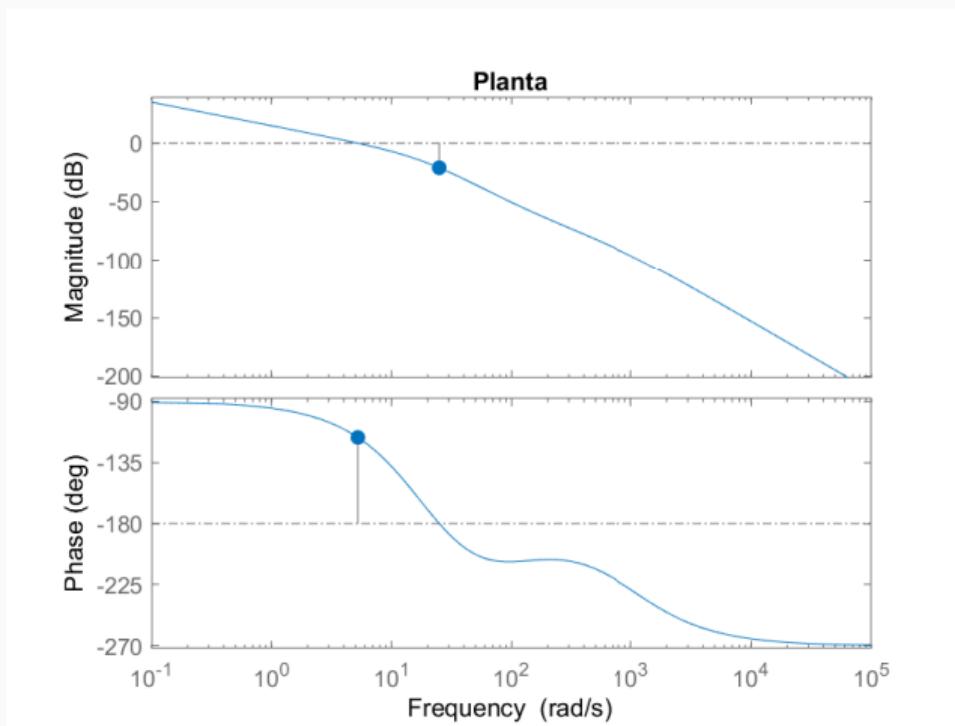
Una planta con un retardo puede representarse como un producto de una transferencia sin retardo, por un retardo puro.

$$P(s) = P_0(s)e^{-sT}$$

Es posible diseñar un controlador para la planta sin retardo P_0 , teniendo en cuenta una simplificación del efecto del retardo.

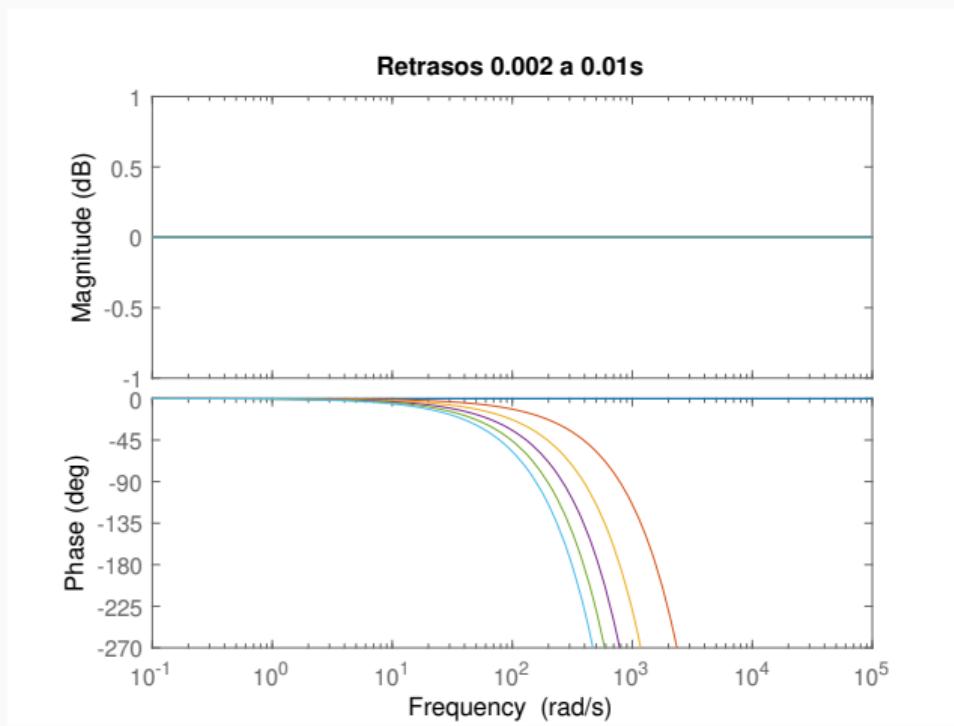
Limitaciones de diseño - Retardo

$$P_0(s) = \frac{22387(s + 100)}{s(s + 20)^2(s + 1000)}$$



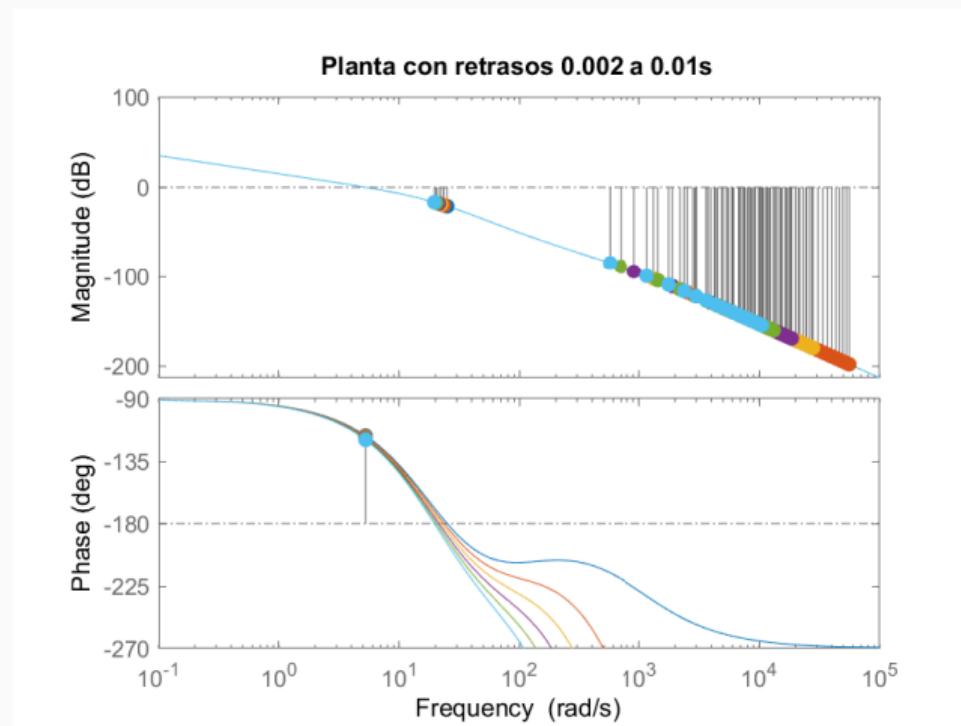
Limitaciones de diseño - Retardo

$$R(s) = e^{-sT}$$



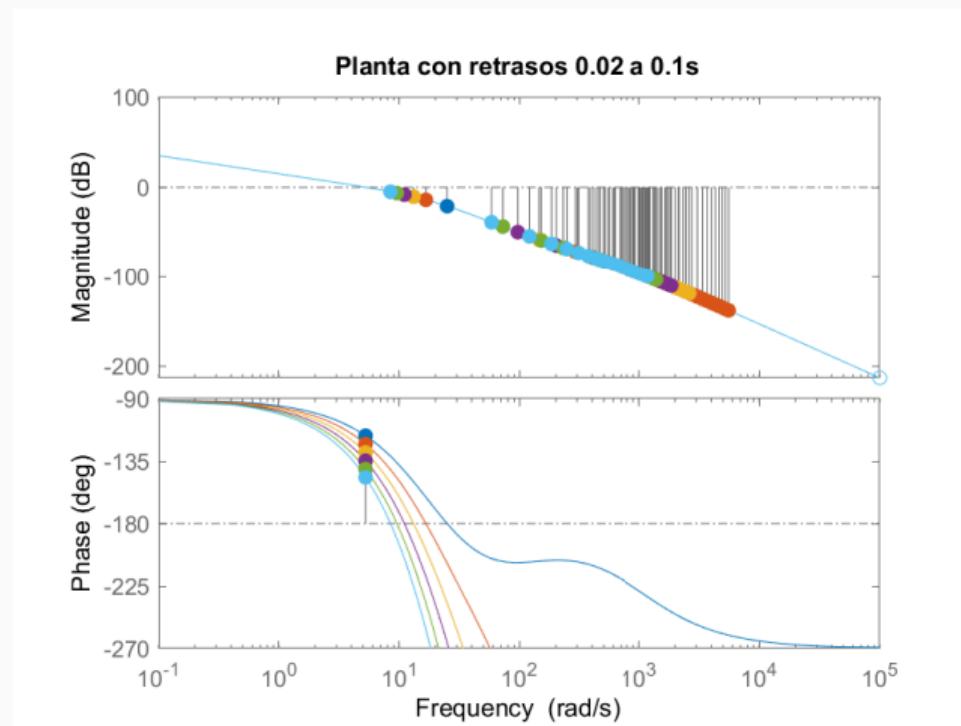
Limitaciones de diseño - Retardo

$$P(s) = P_0(s)R(s)$$



Limitaciones de diseño - Retardo

$$P(s) = P_0(s)R(s)$$

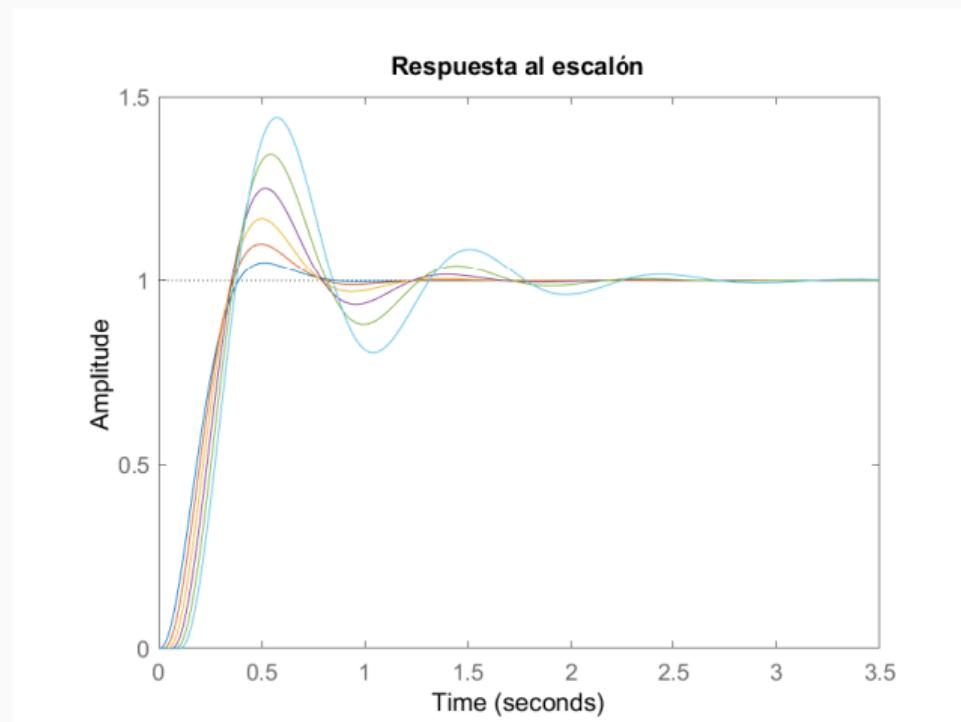


Limitaciones de diseño - Retardo

$$P(s) = P_0(s)R(s)$$

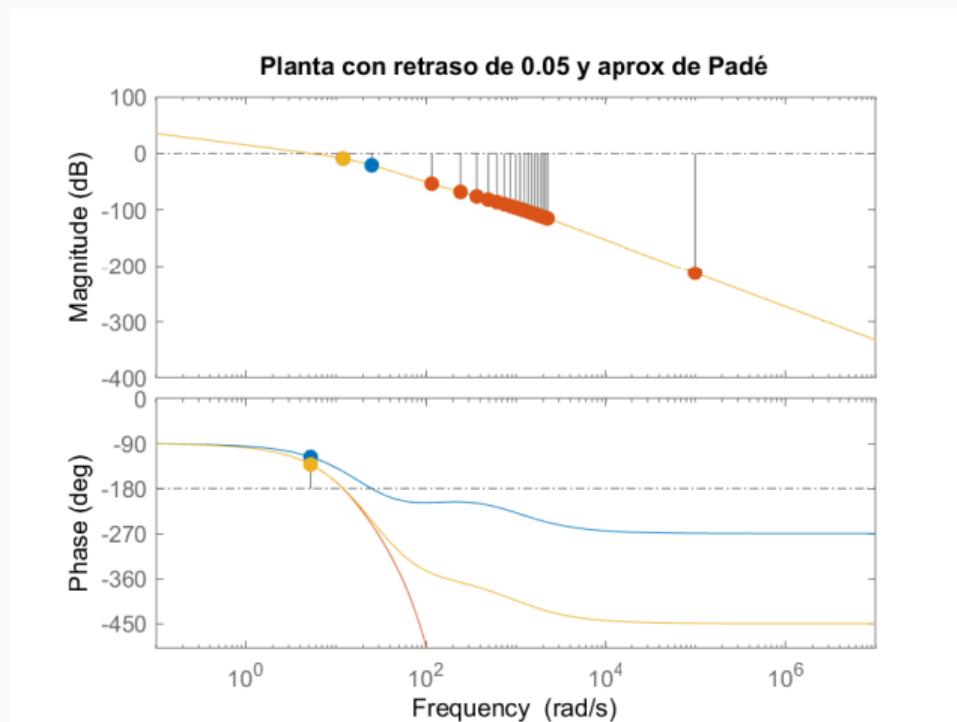
$$C(s) = 1$$

$$T(s) = \frac{CP}{1 + CP}$$



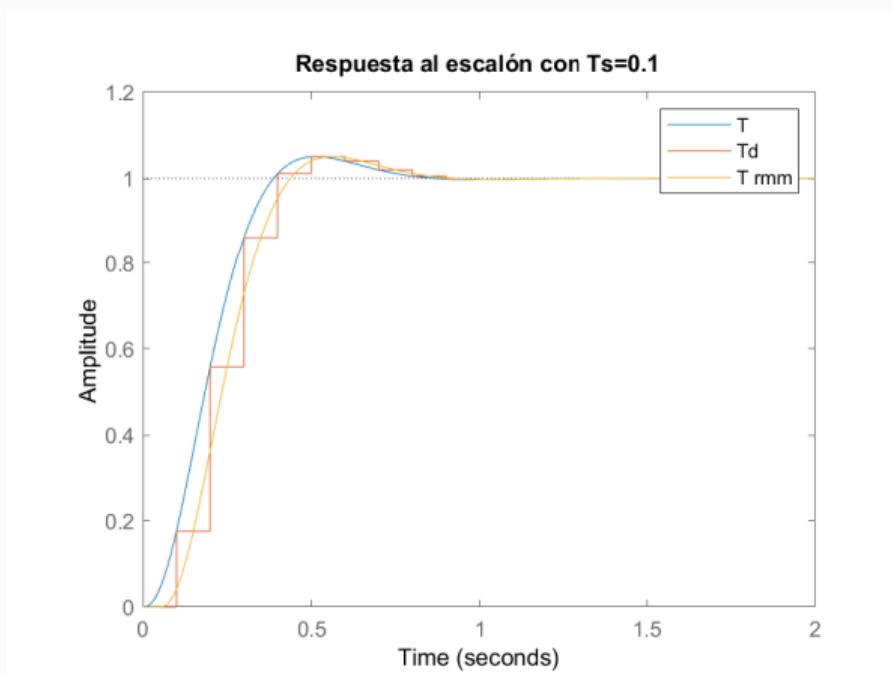
Limitaciones de diseño - Retardo

$$R(s) = e^{-sT} \approx \frac{1 - sT/2}{1 + sT/2}$$



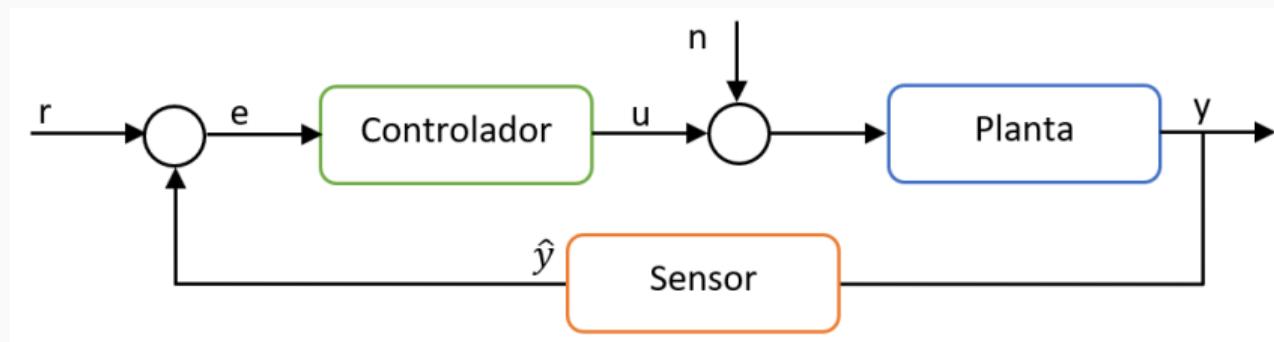
Limitaciones de diseño - Muestreo

Si se muestrea un sistema continuo a una frecuencia fija $f_s = 1/T_s$, el efecto resultante es como si se agregara un retardo de media muestra $T_s/2$.



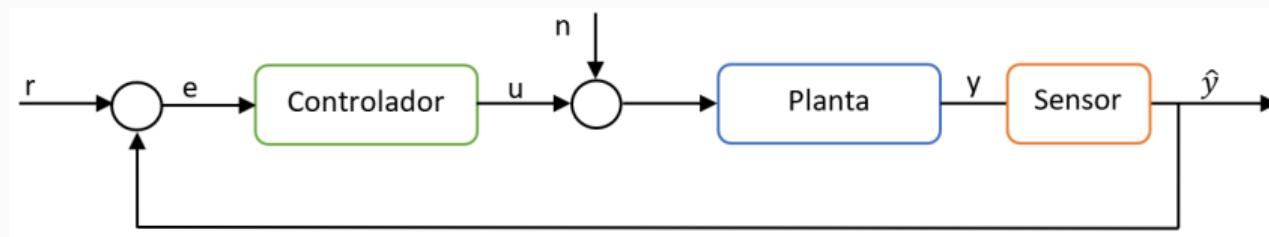
Limitaciones de diseño - Retardo en el sensado

Lo que se "ve" de un sistema a controlar, no es exactamente la salida o variable real del mismo, sino una medición de la misma. Esa es la información que podemos utilizar para controlarlo.



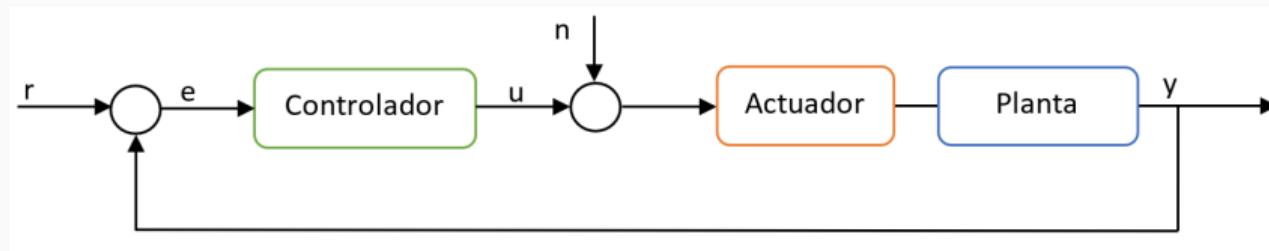
Limitaciones de diseño - Retardo en el sensado

Puede incluirse este retardo como parte de la planta, y diseñar para ello.



Limitaciones de diseño - Retardo en el actuador

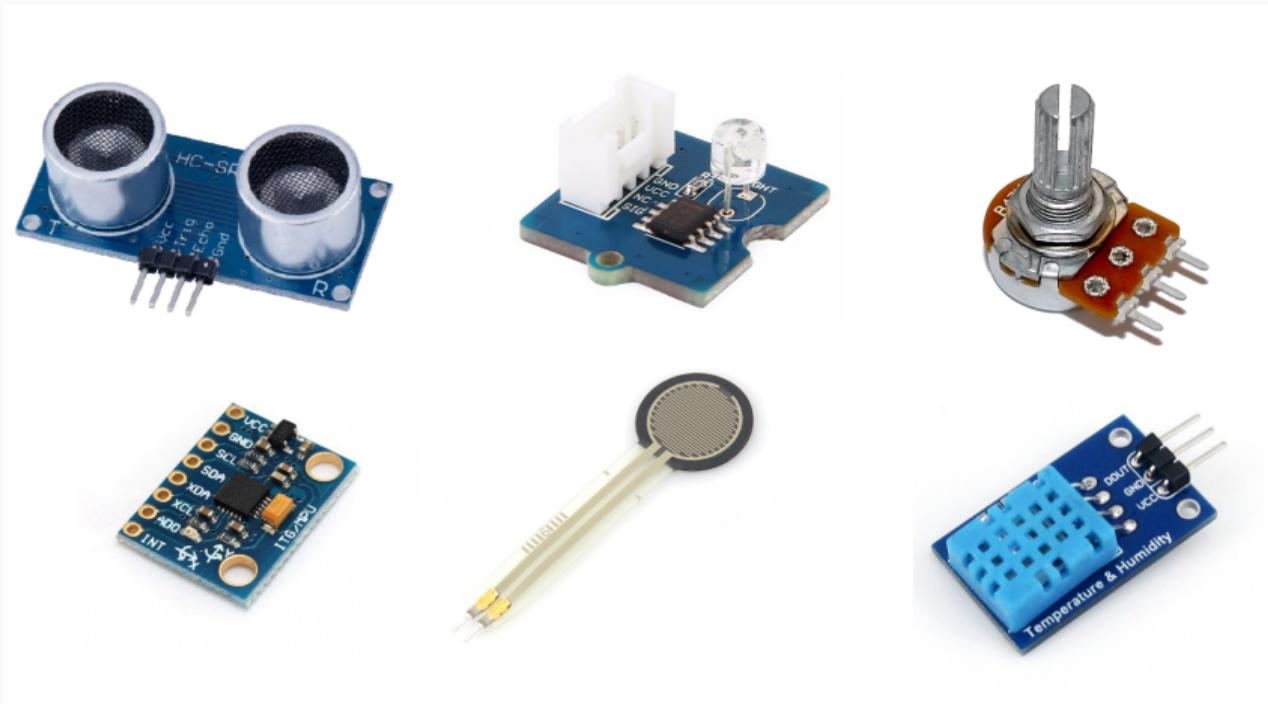
De similar manera, se puede tomar el retardo en activar un actuador como parte del modelo de la planta.



Adquisición de datos - Transductores

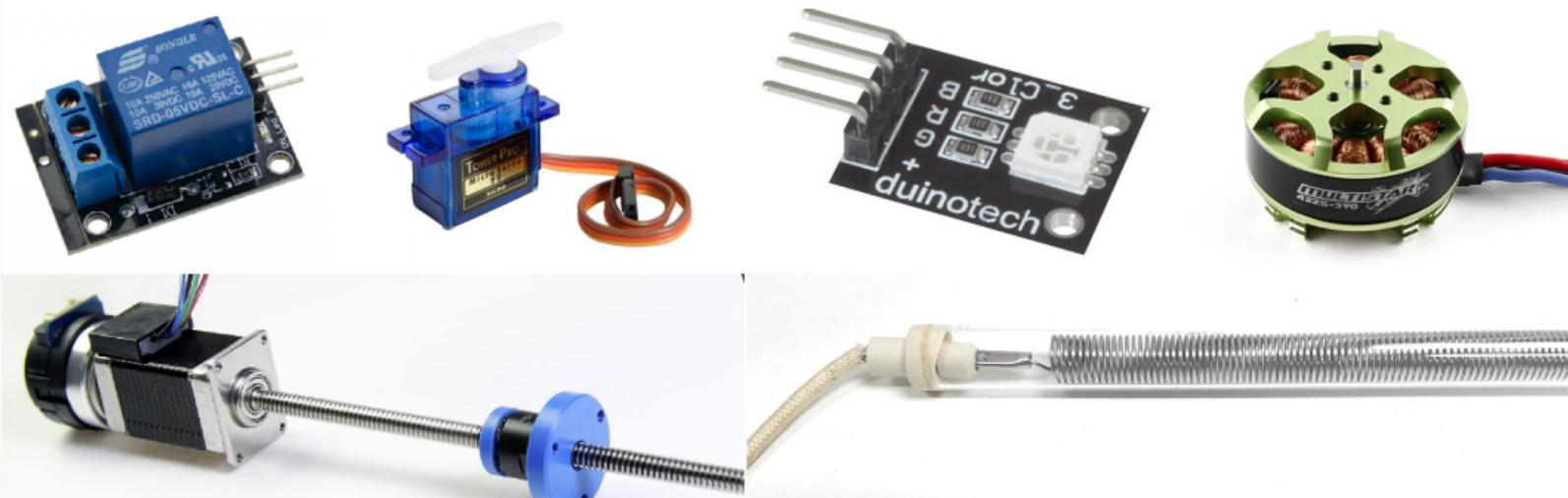
- En un sistema de control en electrónica, la información está representada como señales eléctricas, con lo cual no existe una medición de "velocidad" o "ángulo".
- En cambio, lo que hay es una señal (analógica o digital) que cuantifica con una cierta equivalencia lo que queremos medir.
- El elemento que transforma energía entre dos tipos diferentes y nos permite obtener dicha señal, ese denomina transductor.

Adquisición de datos - Transductores



Actuación - Transductores

- Lo mismo aplica para actuadores, que convierten señales eléctricas a una acción del mismo o distinto tipo.



Comunicaciones

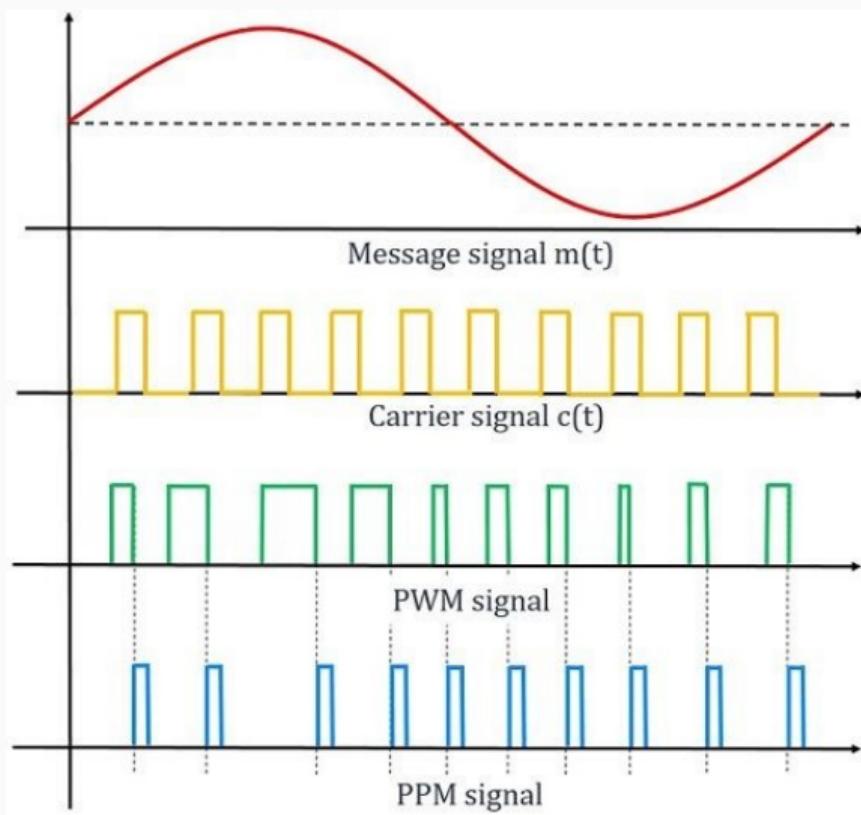
- En todos los dispositivos anteriores, la información que se adquiere o se envía toma diversas formas.
- Algunos dispositivos solo envían información, otros reciben, y otros pueden hacer ambas.
- El formato en el que se envían o reciben los datos se denomina protocolo.

Analógicos y digitales

- Son los más conocidos y hasta de uso cotidiano.
- Un sensor digital solo provee información tipo 0/1, on/off, 0v/ V_{cc} como por ejemplo una llave o pulsador.
- Un sensor analógico es aquel que provee una señal de tensión o corriente analógica entre dos niveles predeterminados.
- Un actuador digital tiene también una actuación tipo on/off, como un relé, algunos tipos de válvulas, o una lámpara, que reciben señales de comando 0v/ V_{cc} .
- Un actuador analógico, recibe una señal de control de tensión o corriente analógica entre dos niveles predeterminados.

- Como las señales analógicas pueden estar sujetas a ruido y arruinar la información enviada, a veces se representa esa información como una señal digital.
- Un uso común son las señales PWM (Pulse Width Modulated), que son señales periódicas con valores de 0 o V_{cc} (nivel alto y bajo, V_H y V_L).
- A veces, representan señales analógicas con una equivalencia $V = \tau_H / (\tau_H + \tau_L) = \tau_H / T_s$, con T_s el período de la señal.
- Otras veces, el tiempo que la señal tiene entre flancos representa en sí la información, como sucede en las señales PPM (Pulse Position Modulation).

PWM

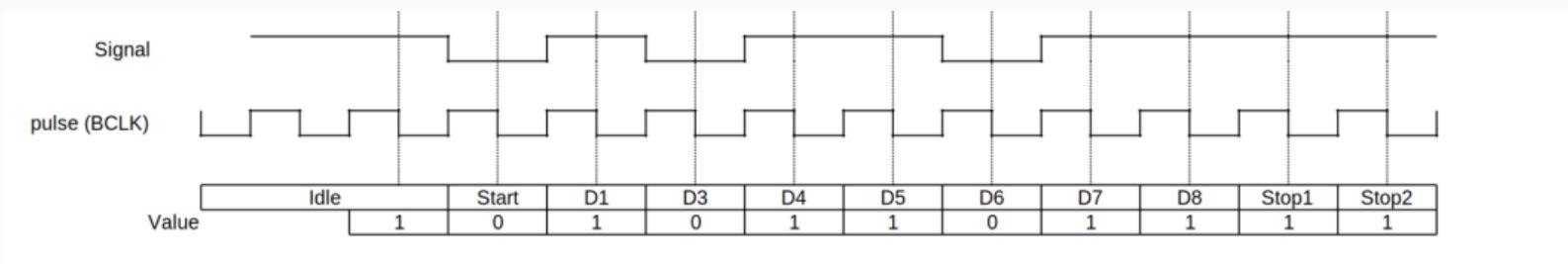


UART

- Cuando se necesita intercambiar información más compleja, se utilizan protocolos que implementan mensajes para una comunicación más específica. Suelen ser protocolos serie, donde la información se transmite bit a bit uno después del otro. Además, son comúnmente digitales.
- Uno de los más comunes es el protocolo UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter).
- Permite enviar y recibir mensajes entre dos dispositivos.
- Puede ser simplex, half duplex o full duplex.
- Los niveles de tensión los define el driver elegido (TTL, RS-232, RS-485).

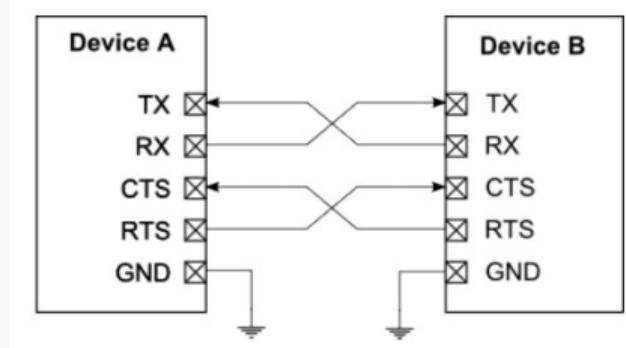
UART

- Requiere acordar entre los dispositivos el baudrate, bit de paridad (0-1), cantidad de bits de datos (5-9), cantidad de bits de stop (1-2), y control de flujo.
- Tiene una eficiencia de 80%.



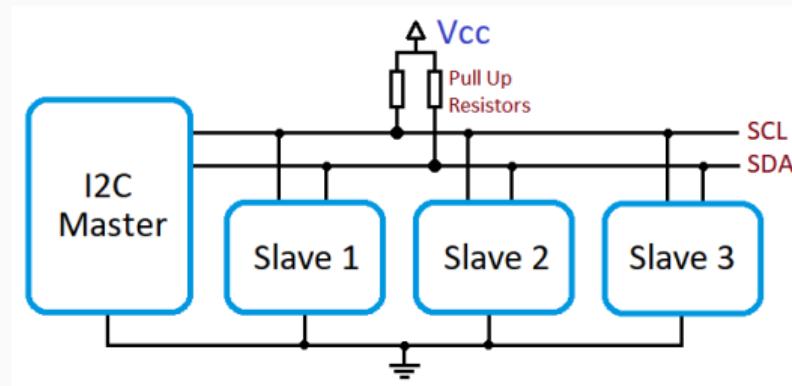
UART

- La conexión física requiere un GND común, y que el pin transmisor de datos de cada dispositivo llegue al receptor de datos del otro. Al menos, 3 conexiones.
- Si se conecta una unidad de procesamiento a un sensor, se suele necesitar la alimentación a este último (V_{cc} , una conexión más).
- Si se necesita control de flujo, se agregan dos conexiones.



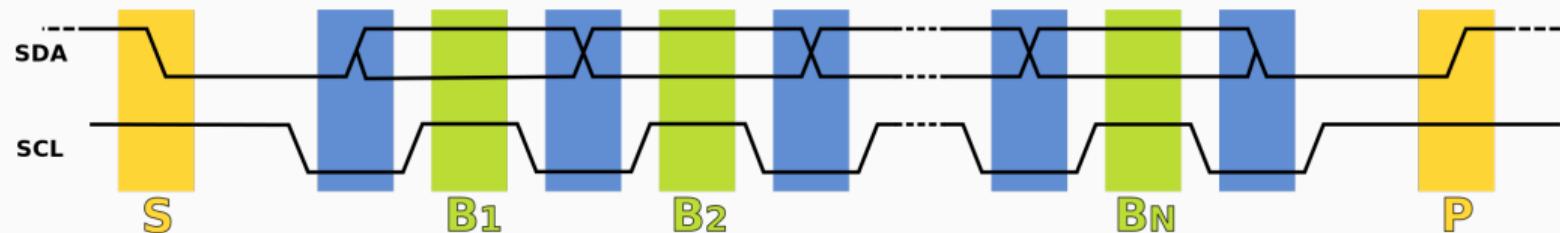
I2C

- El protocolo I2C (Inter-Integrated Circuit) es un protocolo serie sincrónico, en una estructura multi-maestro y multi-esclavo.
- Puede haber 2 o más dispositivos conectados al mismo circuito de comunicaciones, por eso se lo suele denominar un *bus* I2C.
- También utiliza dos conexiones de información como el UART, pero que pueden compartirse entre todos los dispositivos.



-
- En este sistema, el master genera una señal de clock en la línea SCL, y envía o recibe datos por la línea SDA.
 - Sólo puede haber información en un sentido.
 - A cada esclavo se le asigna una dirección de 7 bits. Cuando el master quiere comunicarse con ese dispositivo, indica en la línea de datos dicha dirección.
 - El bit 8 de la dirección se reserva para indicar envío de datos o recepción de datos.

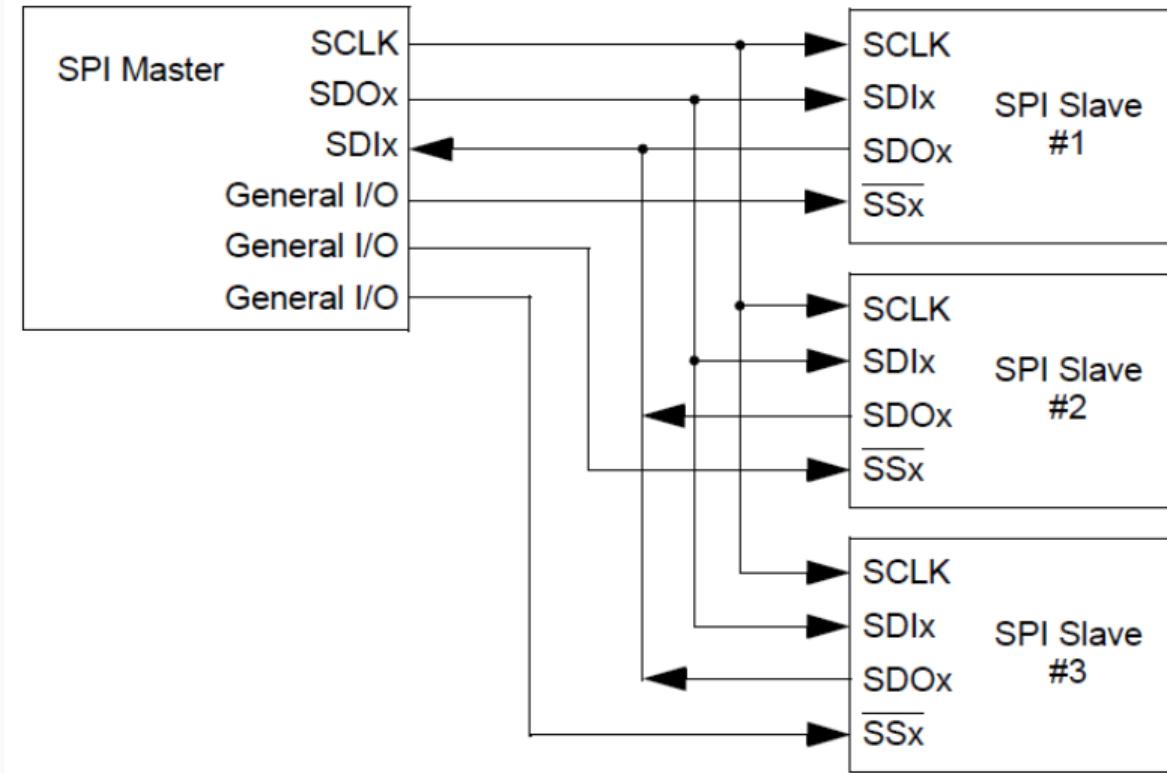
- Cada dispositivo tiene registros numerados en hexadecimal que almacenan información.
- Se puede escribir en un registro, o solicitar la información almacenada en el mismo.



- Es un concepto similar a I2C para periféricos pequeños y de muy bajo consumo.
- Utiliza la energía acumulada en la línea de datos para almacenar carga y alimentar al dispositivo.
- Permite distancias mucho mayores entre dispositivos.

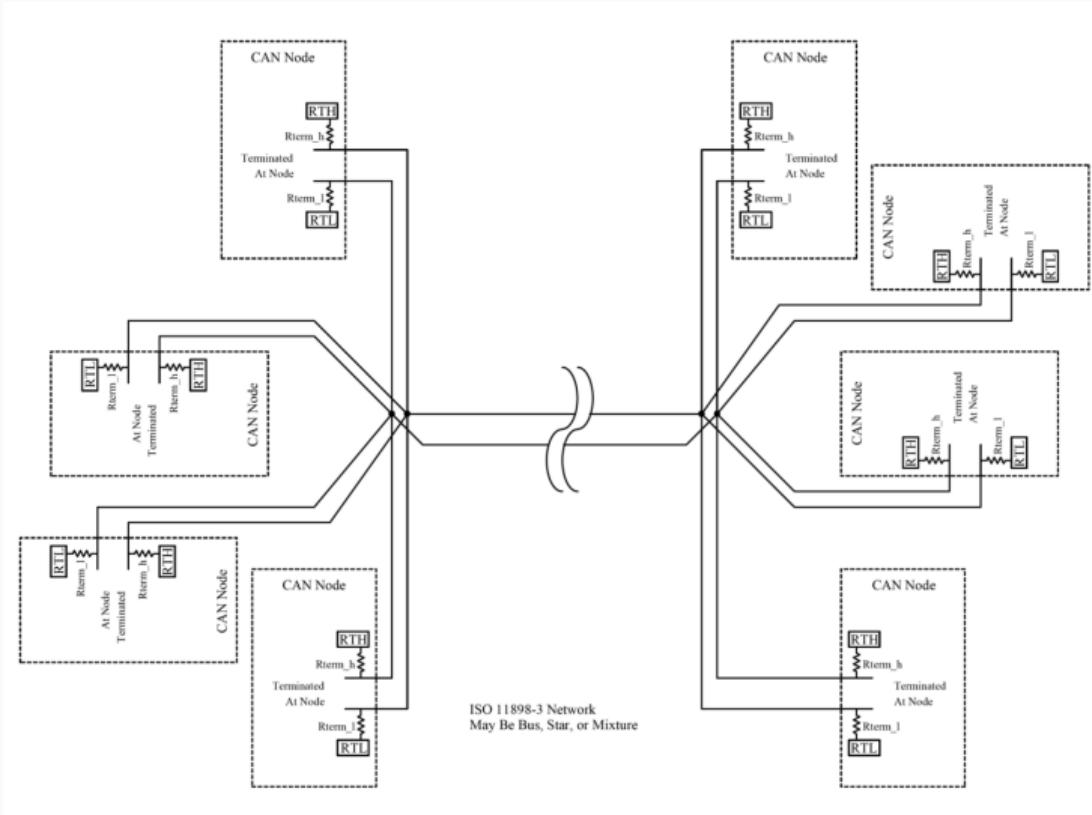
- El protocolo SPI (Serial Peripheral Interface), es un protocolo serie sincrónico basado en un único dispositivo maestro y un conjunto de dispositivos esclavos conectados a la misma linea de comunicaciones.
- Utiliza dos líneas para comunicación, una para envío y otra para recepción de datos.
- Genera una señal de clock para sincronizar el envío de datos.
- Los dispositivos no cuentan con una dirección, sino que se agrega una conexión física adicional al master por cada esclavo, en la cual se indica a qué dispositivo va dirigida la comunicación.

SPI



- El protocolo CAN (Controller Area Network) es un protocolo originalmente diseñado para vehículos.
- Se permite comunicación punto a punto entre cualquier par de dispositivos conectados a un mismo bus.
- Permite transmisión de datos a largas distancias.

CAN



Ethernet

- Protocolo para envío de datos a través de internet.
- También es muy utilizado en conexiones punto a punto donde no se requiere una comunicación y respuesta rápida, sobre todo para realizar una conexión WLAN sencilla.
- Uso en monitoreo remoto, control a grandes distancias.
- La eficiencia con paquetes de información grande es muy alta, pero es ineficiente para paquetes chicos.
- La demora en adquirir un dato puede ser muy significativa.

Sistemas inalámbricos

- En general, son sistemas que responden a uno de los protocolos anteriores, con un driver que se encarga de la transmisión inalámbrica, por ejemplo, el protocolo WiFi.
- Los comúnmente utilizados en electrónica son transductores que básicamente establecen una red UART, I2C o SPI inalámbrica.

