

Nacir Santiago Almonte Vasquez

2022-0707

Electiva

Carlos Pichardo

Tarea #3

Filtro antialiasing y teoría del muestreo

¿Qué es un filtro antialiasing?

Un filtro antialiasing es, en esencia, un pasa-bajos colocado antes de muestrear una señal con un ADC. Su misión es debilitar o eliminar las componentes por encima del rango útil para que, al digitalizar, no aparezcan frecuencias falsas (alias).

Teorema de Nyquist-Shannon

Para que una señal analógica pueda reconstruirse sin pérdida, la frecuencia de muestreo (f_s) debe ser al menos el doble de la frecuencia máxima presente en la señal (f_{max}). Si esta condición se incumple, las componentes altas se pliegan sobre el espectro y generan aliasing.

$$f_s \geq 2f_{max}$$

¿Por qué se usa el filtro?

- Corta lo que esté por encima de $f_s/2$ (frecuencia de Nyquist) antes de entrar al ADC.
- Protege la etapa A/D frente a señales indeseadas de alta frecuencia.
- Reduce ruido fuera de banda y mejora la calidad de reconstrucción.
- Asegura el cumplimiento práctico del teorema de Nyquist.

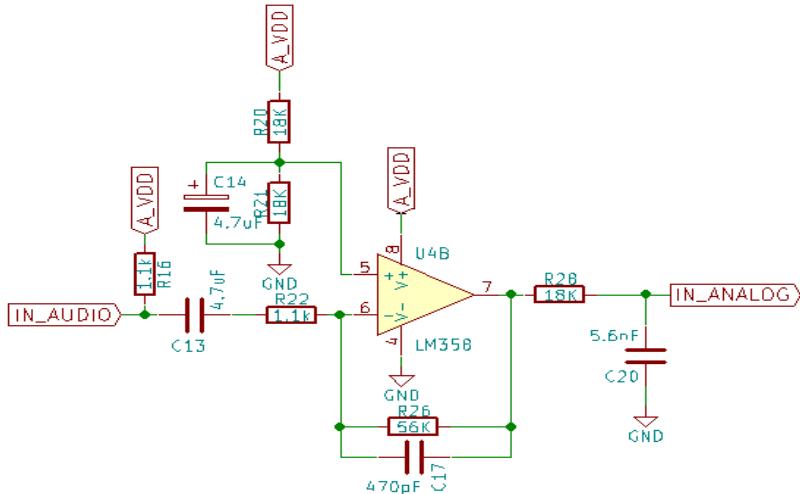
Tipos de filtros antialiasing

- Analógicos (previos al ADC)
- Usualmente RC pasivos o activos (op-amps).
- Se ajustan con una f_c ligeramente por debajo de $f_s/2$.
- Ejemplo: si $f_s = 20$ kHz, se puede diseñar un corte en torno a 9–9.5 kHz para tener margen.
- Digitales (post-muestreo).
- Afinan el rechazo fuera de banda mediante DSP.
- No sustituyen al analógico: lo complementan para un resultado más limpio.

Aplicaciones típicas

- Audio y adquisición de datos (DAQ) en instrumentación.
- Sensores analógicos conectados a MCUs o FPGAs.
- Osciloscopios y tarjetas de captura.
- Comunicaciones y sistemas de modulación.
-

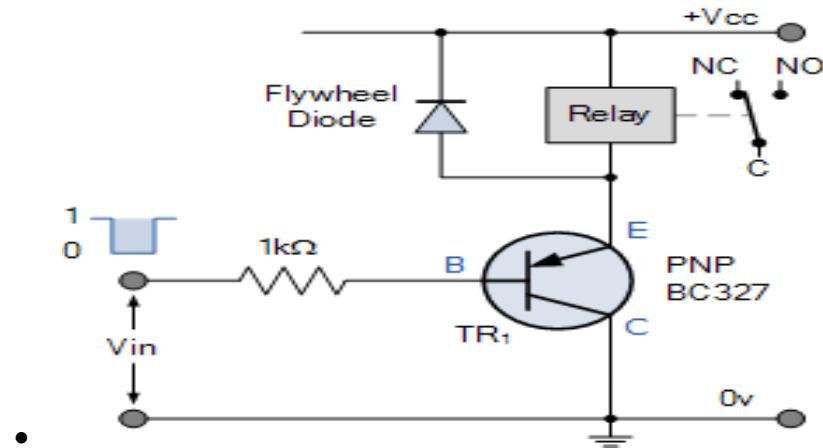
Esquemático



Entradas PNP en PLC

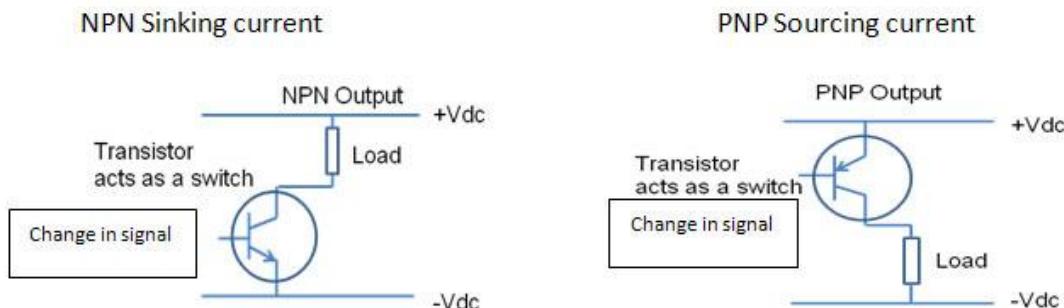
Las entradas PNP (también llamadas sourcing) se activan cuando la entrada recibe +24 V desde el sensor. El COM del módulo de entradas se une al negativo (GND) del sistema.

- El PLC lee “1” cuando el sensor entrega +24 V a la entrada y “0” cuando no hay entrega.
- Compatibles con la gran mayoría de sensores industriales: proximidad, finales de carrera, fotoeléctricos, etc.
- La corriente fluye del positivo → sensor activo → entrada PLC → GND.
- Ventajas: robustez ante ruido, menos activaciones falsas por contacto a tierra, y alta adopción en Europa y LatAm.
- Importante: no combinar directamente con sensores NPN.



Salidas PNP

Las salidas PNP (sourcing) entregan +24 V a la carga cuando se activan. La otra terminal de la carga va a GND. Se consideran seguras frente a cortos a tierra y muy comunes en América/Europa.



Entrada analógica 0–10 V

Entrada que mide un voltaje continuo entre 0 y 10 V. El ADC del PLC convierte ese valor en un número digital proporcional. Permite leer temperatura, presión, posición, velocidad (según el sensor). La resolución depende del nº de bits del ADC.

Salida analógica 0–10 V

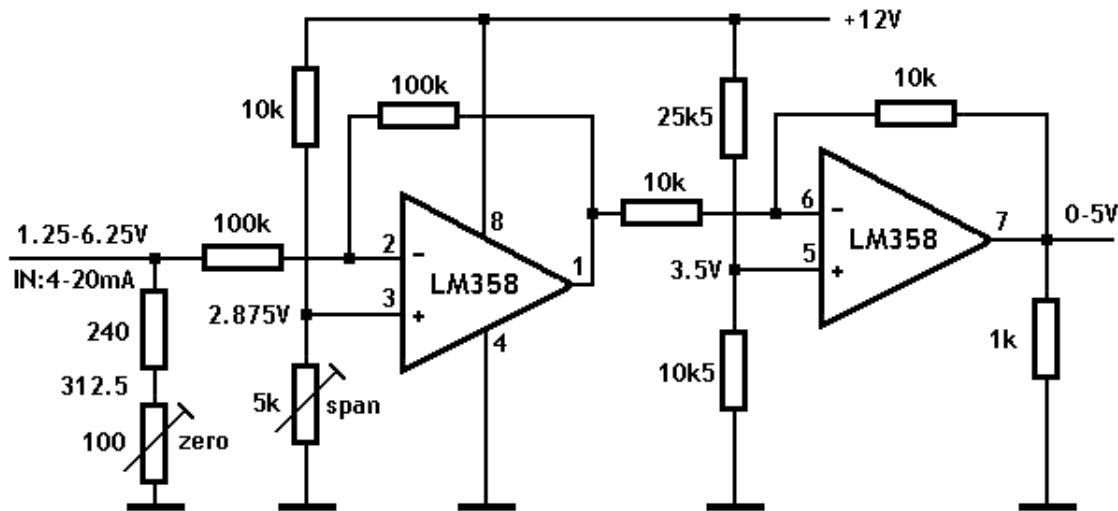
Entrega una señal continua entre 0 y 10 V para controlar dispositivos analógicos. Usos: variadores de frecuencia, válvulas proporcionales, control de iluminación, etc. La tensión de salida representa la magnitud que gobierna el equipo.

Entrada 4–20 mA

Estándar industrial donde 4 mA es el mínimo de escala y 20 mA el máximo. Ventajas: inmunidad al ruido y distancias largas sin degradación notable. Muy usada en instrumentación y procesos.

Salida 4–20 mA

Proporciona una corriente proporcional entre 4 y 20 mA hacia instrumentos como válvulas, indicadores o controladores remotos. A diferencia del voltaje, la medición en corriente no sufre por caídas de cable significativas. Estándar robusto para señales analógicas.

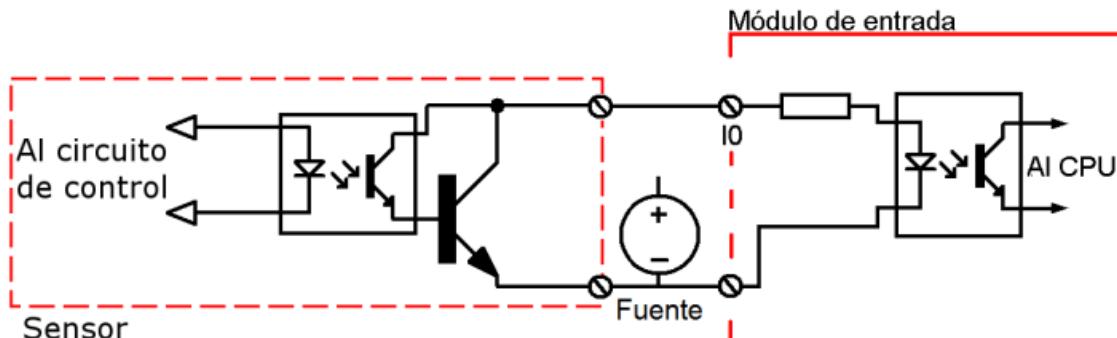
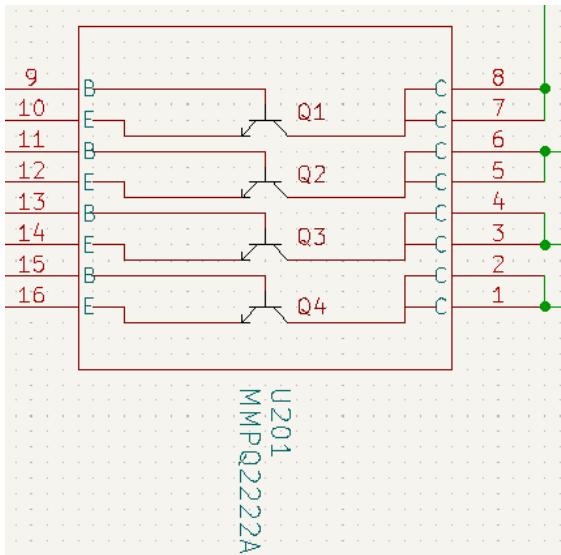


Entradas NPN

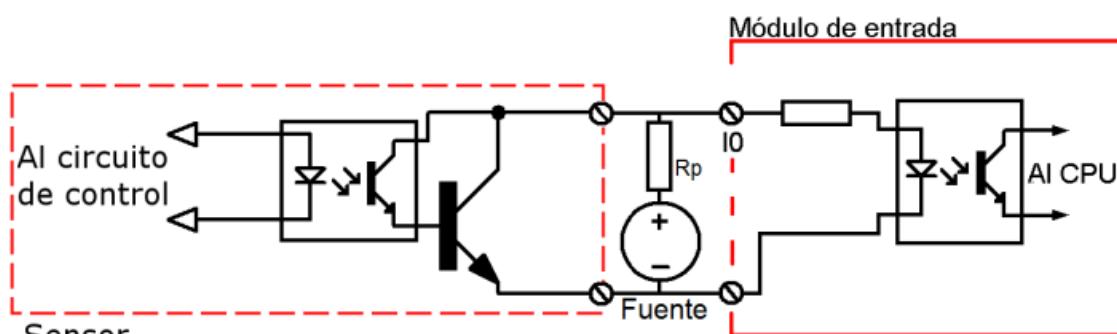
Entradas sink (de tipo negativo): se activan cuando el dispositivo conduce a 0 V. El COM del módulo se conecta al +24 V. Más habituales en equipos asiáticos.

Salidas NPN

Funcionan como interruptores a tierra: al activarse, conectan la carga a GND. La otra terminal de la carga va a +24 V. Útiles cuando el ecosistema de sensores/actuadores es NPN.



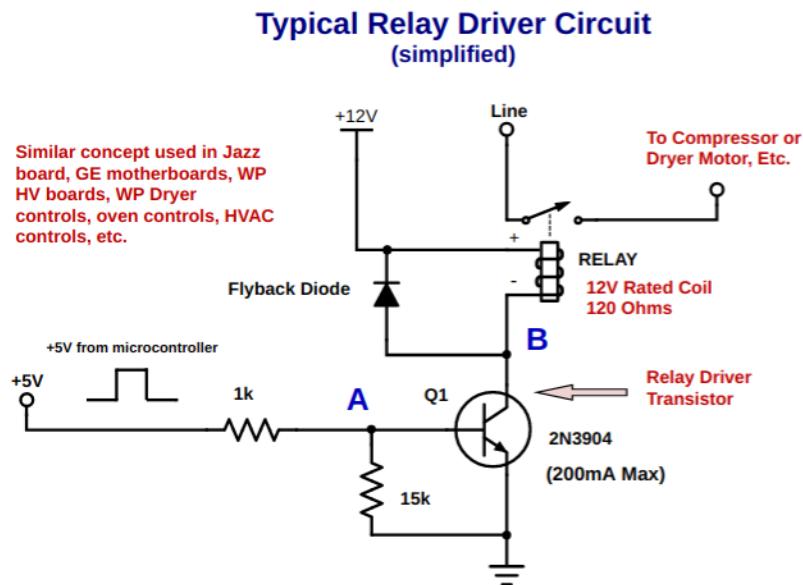
Conección de un sensor NPN a un módulo NPN



Conexión de un sensor NPN a un módulo NPN y resistencia de pull-up

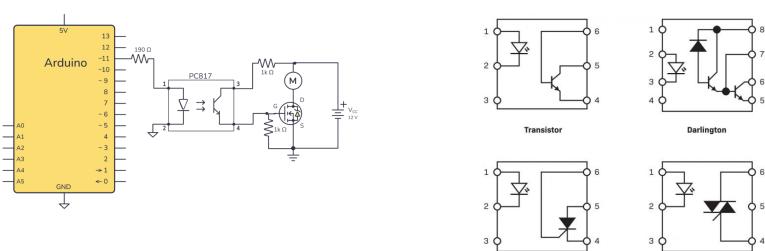
Driver para relé (Relay Driver)

Etapa que permite operar un relé con señales de baja potencia de un PLC o microcontrolador. Suele incluir transistor, diodo flyback y el propio relé. Aplicaciones: manejo de motores, lámparas o cargas de alta corriente.



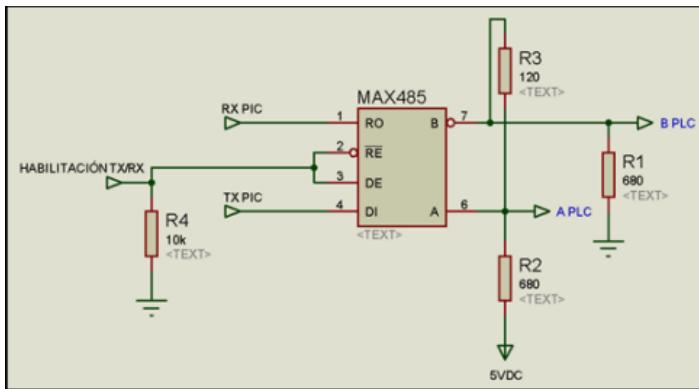
Entrada digital con optoacoplador

Usa un optoacoplador (LED + fototransistor) para lograr aislamiento galvánico. Protege frente a picos y ruido eléctrico. Ideal para leer botones, sensores y señales 0/1 manteniendo seguro el sistema de control.



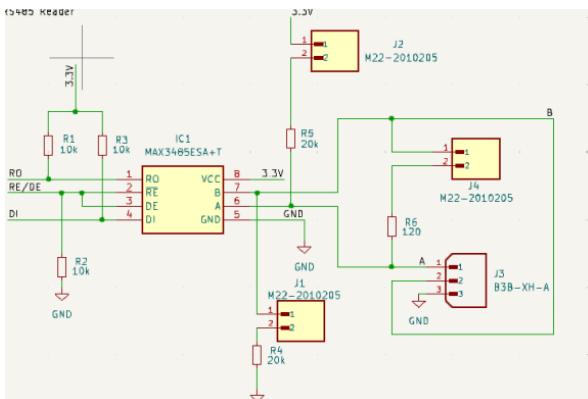
Interfaz RS-485

Estándar serial diferencial y balanceado (líneas A/B) para largas distancias (del orden de centenas de metros). Soporta topologías multipunto y esquemas maestro-esclavo. Muy resistente al ruido. Protocolos típicos: Modbus RTU, entre otros.



Protocolo Modbus en ESP32

Modbus es un protocolo simple y robusto para intercambio de datos en automatización. En ESP32 se puede implementar sobre RS-485 o TCP/IP. Permite leer/escribir registros (entradas/salidas digitales y analógicas) y hablar con PLCs, sensores o SCADA.



Medición de corriente AC con CT e ICs (I²C/SPI)

Los transformadores de corriente (CT) miden corriente alterna sin conexión directa a la línea de potencia. Existen integrados de medición (p. ej., familias ADE o INA) capaces de estimar corriente, voltaje, potencia y energía. Con interfaces I²C o SPI, su integración con MCUs (como el ESP32) es sencilla. Uso clave en monitoreo energético y eficiencia.

Notas finales

- Mantener la coherencia entre el tipo de sensor (PNP/NPN) y el tipo de entrada/salida del PLC evita errores de cableado.
- En señales analógicas, elegir entre 0–10 V o 4–20 mA según distancia, ruido y características del equipo.
- En adquisición de señales, combinar filtro antialiasing (analógico) con técnicas DSP (digital) ofrece resultados superiores.

