Planos y Esquemáticos de Circuito — Módulo 04: Enlaces UART, I²C (`BSS138`), RS-485 (`MAX485`) y Trama Modbus RTU

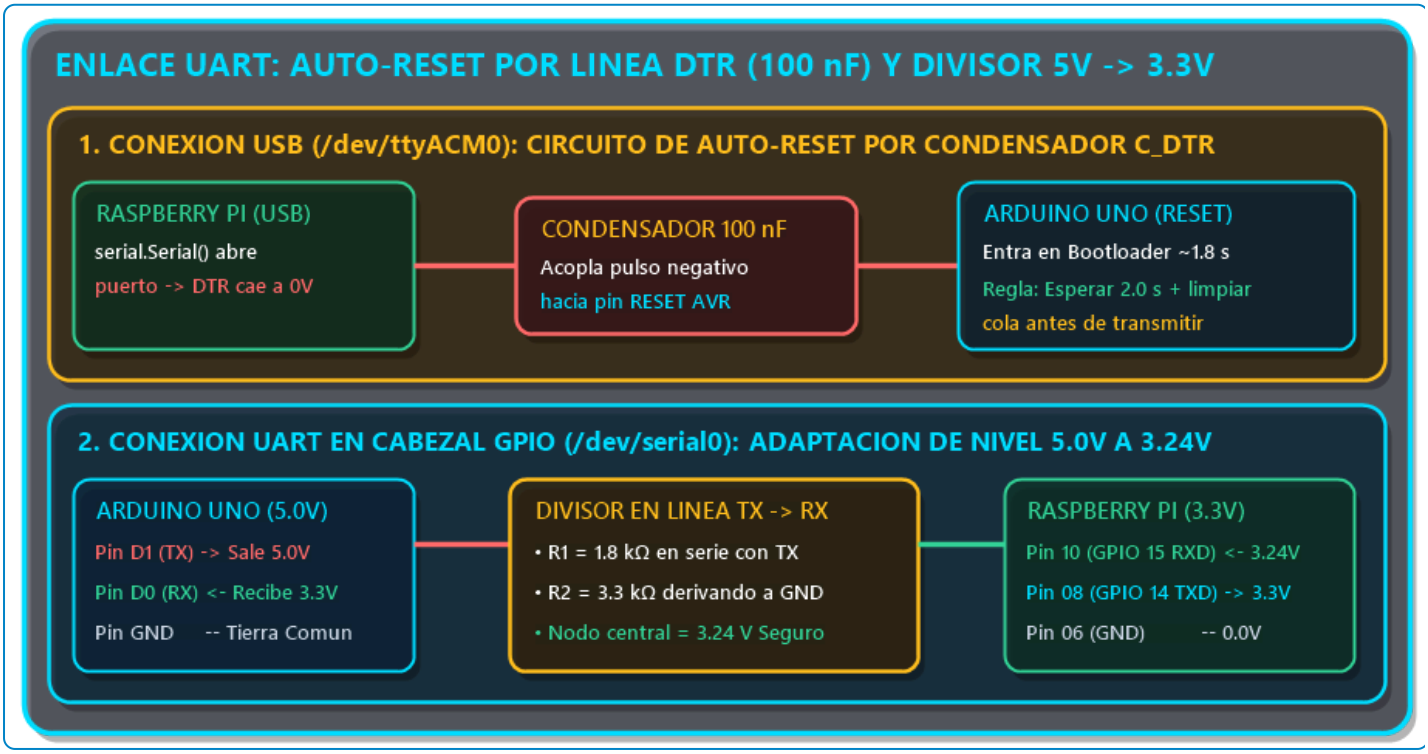
Curso: De Sistemas Embebidos a IoT — Integración Práctica con Arduino y Raspberry Pi

Módulo 04: Comunicación Directa Arduino ↔ Raspberry Pi

Referencia en Video 04: Diapositivas 3, 5, 8, 9, 10 y 12

---

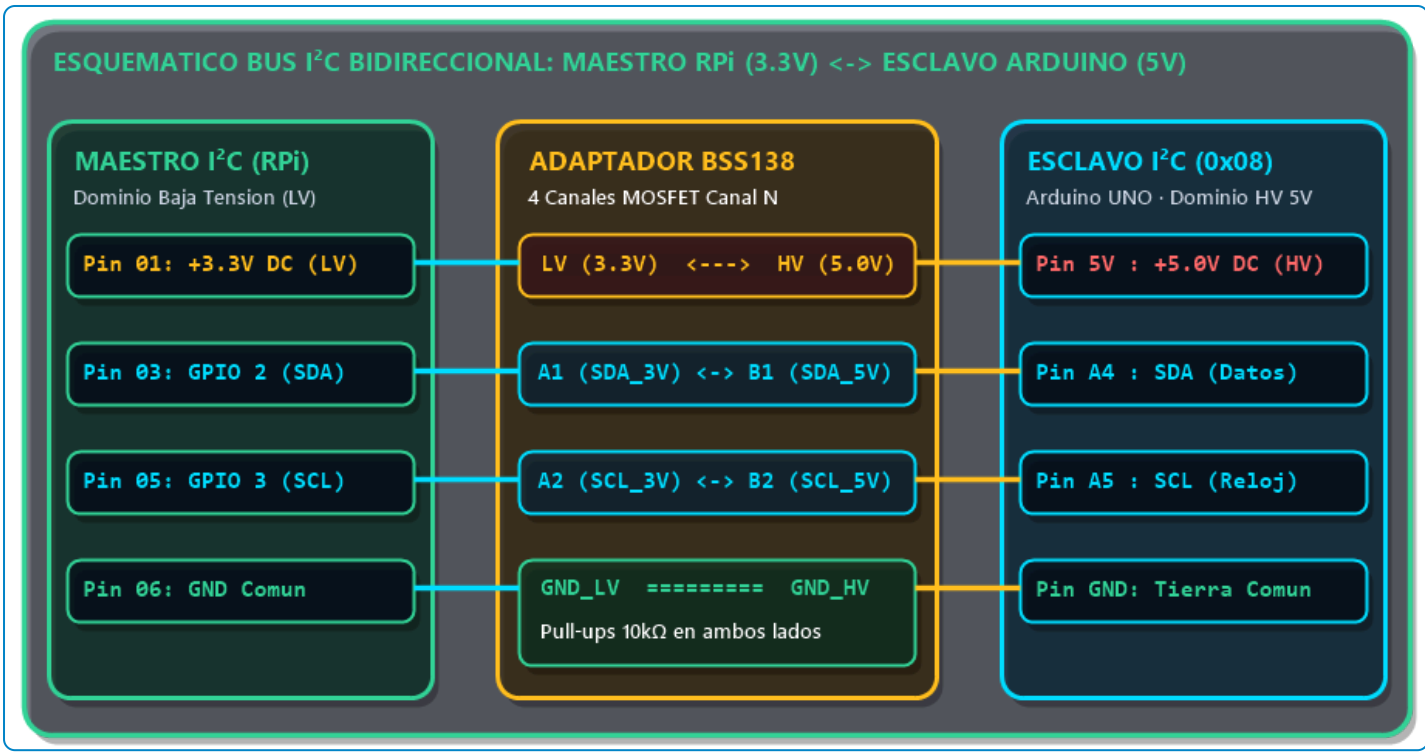
1. Plano 1: Enlace UART, Circuito de Auto-Reset por Línea DTR ($100\ \text{nF}$) y Divisor Resistivo $5\ \text{V} \rightarrow 3.3\ \text{V}$



Origen (Arduino UNO `5.0 V`)	Etapa Intermedia de Acondicionamiento	Destino (Raspberry Pi `3.3 V`)	Nivel Eléctrico Resultante
Puerto USB (`ATmega16U2` / `CH340`, línea `DTR`)	Condensador cerámico en serie $C_{DTR} = 100\ \text{nF}$ hacia pin `RESET`	Puerto USB Host (`/dev/ttyACM0`)	Pulso bajo al abrir el puerto → espera obligatoria de $2.0\ \text{s}$
Pin `D1 (TX)` (`5.0 V` TTL)	Divisor resistivo: $R_1 = 1.8\ \text{k}\Omega$ en serie + $R_2 = 3.3\ \text{k}\Omega$ a `GND`	Pin Físico 10 (`GPIO 15 / RXD0`)	$V_{RX} = 5.0\ \text{V} \cdot (3.3) / (1.8 + 3.3) = 3.24\ \text{V}$ (Seguro)
Pin `D0 (RX)` ($V_{IH,mín} = 3.0\ \text{V}$)	Conexión directa (o vía `BSS138`)	Pin Físico 08 (`GPIO 14 / TXD0`)	$3.30\ \text{V} > 3.00\ \text{V}$ (Reconocido como `'1'` lógico)
Pin `GND`	Conductor directo de retorno	Pin Físico 06 (`GND`)	Referencia equipotencial de $0.0\ \text{V}$

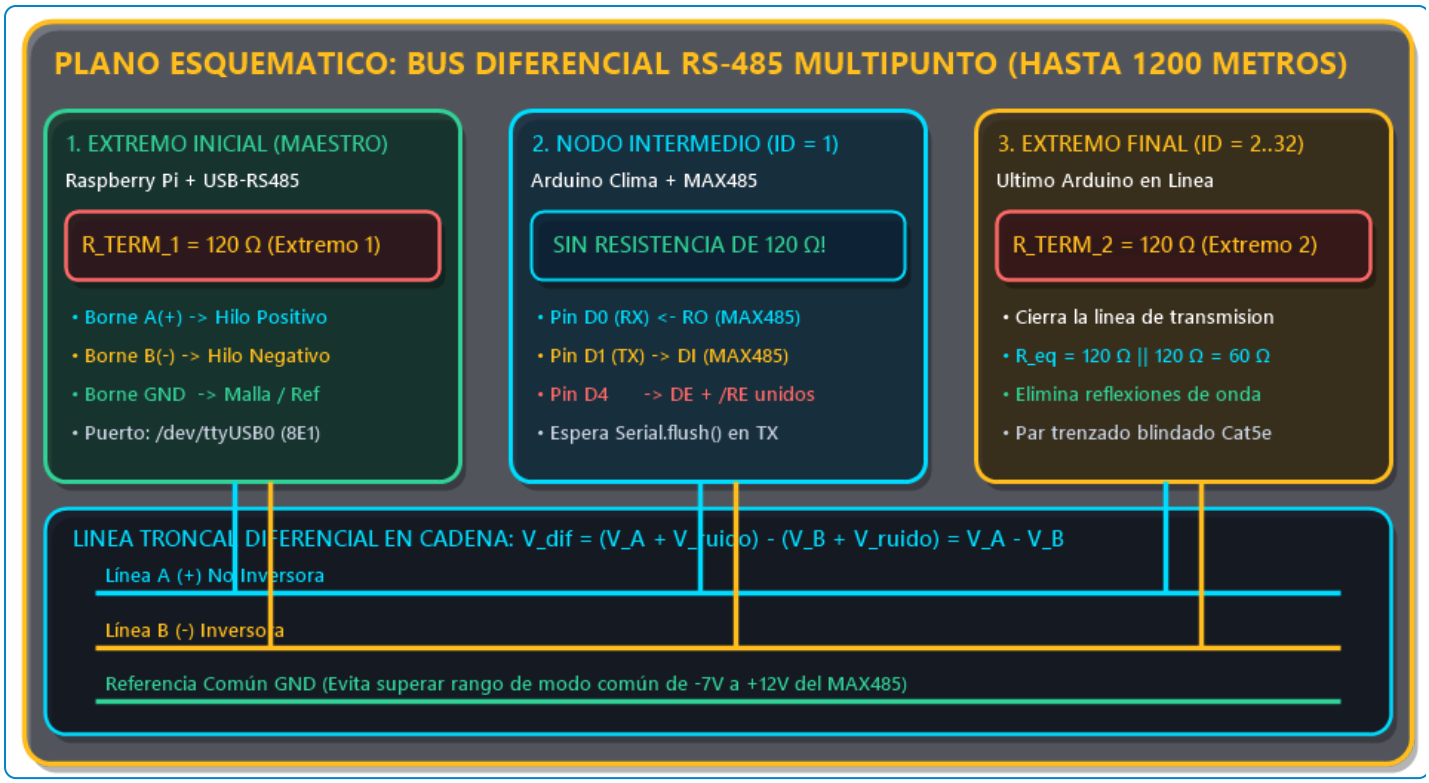
---

2. Plano 2: Esquemático del Bus I²C Bidireccional con Adaptador MOSFET `BSS138`



Señal del Bus	Maestro Raspberry Pi (`3.3 V`)	Conversor `BSS138` (4 Canales)	Esclavo Arduino UNO (`0x08`, `5.0 V`)	Nota de Configuración
Referencia Baja (`LV`)	Pin Físico 01 (`+3.3V DC`)	Pin `LV` (Surtidor + Compuerta MOSFET)	—	Polariza las resistencias *pull-up* de $10\ \text{k}\Omega$ del lado `3.3 V`
Referencia Alta (`HV`)	—	Pin `HV` (Drenador vía *pull-up* $10\ \text{k}\Omega$)	Pin `5V` (`+5.0V DC`)	Polariza el dominio de `5.0 V`
Datos Serie (`SDA`)	Pin Físico 03 (`GPIO 2 / SDA1`)	Canal 1: `A1` (`3.3 V`) $\leftrightarrow$ `B1` (`5.0 V`)	Pin `A4 (SDA)`	Desactivar *pull-up* interno en AVR con `digitalWrite(SDA, LOW)`
Reloj Serie (`SCL`)	Pin Físico 05 (`GPIO 3 / SCL1`)	Canal 2: `A2` (`3.3 V`) $\leftrightarrow$ `B2` (`5.0 V`)	Pin `A5 (SCL)`	Desactivar *pull-up* interno en AVR con `digitalWrite(SCL, LOW)`
Tierra Común (`GND`)	Pin Físico 06 (`GND`)	Pines `GND` (`LV` y `HV` unidos)	Pin `GND`	Indispensable para referencia de tensión compuerta-surtidor (V_{GS})

3. Plano 3: Bus Diferencial Industrial RS-485 Multipunto (`MAX485`) hasta $1200\ \text{m}$



Pin del Transceptor `MAX485`	Nombre Técnico	Conexión en el Nodo Esclavo (Arduino UNO)	Conexión en la Línea Troncal RS-485
Pin 1 (`RO` **)**	*Receiver Output* (Salida del Receptor)	Pin `D0 (RX)` del Arduino UNO	—
Pin 2 (`/RE` **)**	*Receiver Enable* (Activo en Bajo)	Unido a `DE` y conectado al **Pin** `D4` (con *pull-down* de $10\ \text{k}\Omega$ a `GND`)	—
Pin 3 (`DE` **)**	*Driver Enable* (Activo en Alto)	Unido a `/RE` y conectado al **Pin** `D4` (`HIGH` = Transmitir, `LOW` = Escuchar)	—
Pin 4 (`DI` **)**	*Driver Input* (Entrada del Transmisor)	Pin `D1 (TX)` del Arduino UNO	—
Pin 5 (`GND` **)**	Tierra de Referencia	Pin `GND` del Arduino UNO	Hilo de referencia común / malla del cable blindado
Pin 6 (`A` **)**	Línea Diferencial No Inversora `A (+)`	—	Hilo `A (+)` del par trenzado ($R_{term} = 120\ \Omega$ entre `A` y `B` solo en los 2 extremos)
Pin 7 (`B` **)**	Línea Diferencial Inversora `B (-)`	—	Hilo `B (-)` del par trenzado
Pin 8 (`VCC` **)**	Alimentación Positiva (`+5.0 V`)	Pin `5V` del Arduino UNO + condensador cerámico de $100\ \text{nF}$ a `GND`	—

4. Plano 4: Estructura de Trama Binaria y Mapa de Registros `Modbus RTU`



Consulte el documento `MANUAL_PROTOCOLO_MODBUS_RTU_Y_CRC16.pdf` para el detalle bit a bit de los 6 registros de retención (`0x0000` a `0x0005`) y las secuencias de bytes de las funciones `0x03` y `0x06` .