LISTADO DE MATERIALES (BOM) — MÓDULO 06: NODOS INALÁMBRICOS E INTEGRACIÓN HÍBRIDA

Curso: Internet de las Cosas (IoT) con Arduino y Raspberry Pi — Ingeniería Mecatrobótica

Módulo 06 / Video 06: Nodos Inalámbricos (`Wi-Fi` , `BLE 5.0` , `LoRa SX1278`), Gestión Energética `Li-Ion 18650` y Montaje en Protoboard / PCB Soldada

---

1. Microcontroladores, Transceptores RF y Computadora de Borde

Ítem	Cant.	Designación PCB	Componente / Referencia Industrial	Especificación Técnica Clave	Función en el Módulo 06
01	2	`U1`	**Arduino Nano ESP32** (`ABX00083`)	SoC `ESP32-S3` Dual-Core Xtensa LX7 @ $240\ \text{MHz}$, $8\ \text{KB}$ RTC SRAM, Lógica nativa $3.3\ \text{V}$, Wi-Fi `802.11b/g/n` + `BLE 5.0`	Nodo 1: Wi-Fi + Deep Sleep; Nodo 2: Servidor Periférico BLE GATT (`0x181A`)
02	1	`GW1`	**Raspberry Pi 4 Model B (4 GB) o RPi 5**	Broadcom Quad-Core 64-bit, Bluetooth `BlueZ 5.x` (`/dev/hci0`), Bus `SPI0` (`/dev/spidev0.0`), Broker Mosquitto	Pasarela de Borde Híbrida (`BLE` + `LoRa` + `Wi-Fi` → `MQTT`)
03	2	`U_LORA`	**Módulo Transceptor LoRa** `Ra-02 (SX1278)`	Banda ISM Sub-GHz ($433\ \text{MHz}$ / $915\ \text{MHz}$), Modulación CSS (`SF7..SF12`), Sensibilidad $-137\ \text{dBm}$, SPI $3.3\ \text{V}$	Enlace de largo alcance rural ($2\ \text{km}$ a $15\ \text{km}$) con CRC-16 en hardware
04	2	`ANT1`	**Antena Dipolo / Helicoidal SMA** $50\ \Omega$	Impedancia característica $Z_0 = 50\ \Omega$, Ganancia $G = +3.0\ \text{dBi}$, ROE (VSWR) $< 1.5:1$, Cable pigtail IPEX a SMA	Radiación eficiente y protección del amplificador de potencia del `SX1278`

2. Sensórica Ambiental I^2C e Instrumentación de Consumo Energético

Ítem	Cant.	Designación PCB	Componente / Referencia Industrial	Especificación Técnica Clave	Función en el Módulo 06
05	2	`U3`	**Sensor Ambiental Bosch** `BME280`	Interfaz I^2C (`0x76`) / SPI $3.3\ \text{V}$, Temp ($\pm 0.5\ ^\circ\text{C}$), Humedad ($\pm 3\%\ \text{RH}$), Presión ($\pm 1.0\ \text{hPa}$), $I_{sleep} = 0.1\ \mu\text{A}$	Adquisición meteorológica en Modo Forzado (`Forced Mode`) bajo demanda
06	1	`U4`	**Monitor High-Side Texas Instruments** `INA219`	Interfaz I^2C (`0x40`), ADC de $12\ \text{bits}$, resistencia Shunt $R_{shunt} = 0.10\ \Omega$ (1%), rango $\pm 3.2\ \text{A}$	Medición de perfil de corriente $I(t)$ en ráfaga RF frente a sueño profundo

3. Subsistema de Alimentación por Batería de Ultrabajo Consumo (`Deep Sleep`)

Ítem	Cant.	Designación PCB	Componente / Referencia Industrial	Especificación Técnica Clave	Función en el Módulo 06
07	1	`BAT1`	**Celda Recargable Li-Ion** `18650`	Tensión nominal $3.7\ V$ (carga plena $4.20\ V$, corte $3.0\ V$), Capacidad nominal $Q = 3000\ mAh$, química INR/NCR	Fuente primaria de energía para operación autónoma $> 110\ días$
08	1	`CHG1`	**Módulo Cargador Li-Ion** `TP4056` **con BMS**	Corriente de carga CC/CV hasta $1.0\ A$ más integrado de protección `DW01A` + doble MOSFET `FS8205A`	Carga segura por USB-C / panel solar de $5\ V$ y corte por sobredescarga
09	2	`U2`	**Regulador LDO** `HT7333-A` **o** `MCP1700-3302E`	Salida fija $3.30\ V$ ($I_{\max} = 250\ mA$), tensión de caída $V_{drop} = 110\ mV$, **corriente de reposo** $I_q = 2.0\ \mu A$	Sustituye reguladores `AMS1117` ($I_q > 5\ mA$) para lograr $I_{sleep} = 45\ \mu A$
10	2	`R1, R2`	**Resistencias de Película Metálica** $100\ k\Omega$	Tolerancia $\pm 1\%$, potencia $1/4\ W$, bajo coeficiente térmico ($\pm 50\ ppm/^\circ C$)	Divisor resistivo $1:2$ hacia el pin `A0 (ADC1)` para telemetría de batería
11	2	`C1, C2`	**Condensadores de Desacoplo** $10\ \mu F$ **y** $100\ nF$	$10\ \mu F$ Tántalo ($16\ V$, baja ESR) + $100\ nF$ Cerámico multicapa `X7R`	Absorción de picos transitorios de corriente ($240\ mA$) al transmitir en Wi-Fi

4. Insumos de Prototipado en Protoboard (Tinkercad) y Soldadura en Placa PCB FR-4

Ítem	Cant.	Designación PCB	Componente / Herramienta de Montaje	Especificación Técnica Clave	Función en el Módulo 06
12	2	`PROTO`	**Protoboard de 830 Puntos (** `MB-102` **)**	Contactos de bronce fosforoso niquelado, doble riel de alimentación lateral	Ensamble rápido sin soldadura (estilo Tinkercad / Fritzing)
13	2	`PCB1`	**Placa Virgen o Fabricada** `PCB FR-4` **Doble Capa**	Fibra de vidrio epoxi `FR-4` ($h = 1.6\ mm$, cobre $1\ oz/ft^2 = 35\ \mu m$), máscara antisoldante verde esmeralda	Montaje definitivo por soldadura con zona de exclusión RF y pista de $50\ \Omega$
14	4	`U1, U3, U4`	**Tiras de Pines Hembra Paso** $2.54\ mm$ **(** `THT` **)**	Contactos dorados de $15\ pines$ (para Nano ESP32) y $4/6\ pines$ (para `BME280` / `INA219`)	Permite insertar y retirar los módulos sobre la PCB sin aplicar calor directo
15	2	`J1, J2`	**Borneras de Tornillo Soldables** `KF301-2P`	Paso $5.08\ mm$, capacidad $300\ V\ /\ 10\ A$, fijación mecánica por jaula de latón	Fijación firme de los cables de la celda `18650` sobre la placa PCB
16	1	`SOLD`	**Soldadura** `SAC305` **+ Alcohol Isopropílico** `IPA`	Aleación sin plomo ($96.5\% Sn, 3.0\% Ag, 0.5\% Cu$) + `IPA 99.8%` para limpieza de flux	Eliminación de corrientes de fuga superficiales entre pads durante el Deep Sleep