LISTADO DE MATERIALES (BOM) Y PRESUPUESTO GLOBAL — MÓDULO 10

Estación Mecatrónica Inteligente Completa (Proyecto Integrador Final *Capstone*)

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

Módulo: 10 — Proyecto Integrador Final (*Capstone*): Arquitectura y Despliegue

---

1. Tabla Maestra de Materiales de la Estación Integradora (BOM Consolidado)

Subsistema	Designador	Componente / Especificación Técnica	Cant.	Rol en la Estación Capstone
Control de Campo (Capa 1)	`MCU1`	**Arduino UNO R3 o Arduino Nano (ATmega328P, 16 MHz)**	1	Ejecución determinista (20 Hz / 10 Hz) de sensores, lazo PID, histéresis, FSM y *Watchdog* de 2 s.
Sensórica Multimodal	`S1..S4`	**Sonda Térmica** `DS18B20` **/** `NTC 10k` **+** `BME280` **(** `0x76` **) +** `INA219` **(** `0x40` **) +** `LDR`	4	Medición de temperatura de proceso, humedad/presión, corriente/potencia de actuador ($0.1\ \Omega$) e iluminación.
Etapa de Potencia Dual	`Q1, D1, K1`	**MOSFET Nivel Lógico** `IRLZ44N` **+ Disipador + Diodo** `1N4007` **+ Módulo Relé Optoacoplado + Ventilador** 12 V **+ Calefactor**	1 kit	Enfriamiento continuo por `PWM` (490 Hz) y calentamiento por banda de histéresis con aislamiento galvánico.
Seguridad Física Local	`SW1, BZ1`	**Pulsador Industrial de Rearme (** `D2` **) + Zumbador Piezoeléctrico (** `D8` **) + Indicadores LED**	1 kit	Alarma acústica/visual inmediata y rearme manual verificado tras estado seguro `FAULT_SAFE_SHUT`.
Transporte Industrial (Capa 2)	`U_485`	**2× Transceptores** `MAX485` **+ Par Trenzado Blindado + 2× Resistencias** $120\ \Omega$ **+ Adaptador USB-RS485 FTDI**	1 kit	Enlace diferencial inmune a ruido electromagnético con verificación polinómica `CRC-16` (`0xA001`).
Servidor Edge (Capa 3)	`SBC1, SSD1`	**Raspberry Pi 4B (4 GB/8 GB) + SSD USB 3.0 (256 GB) + RTC** `DS3231` **+ Cámara CSI + Gabinete con Tamper**	1 kit	Alojamiento de `Mosquitto TLS 8883`, `InfluxDB 2.7`, `Node-RED`, `Grafana`, `SQLite WAL` e `Isolation Forest`.
Placa Portadora Soldada	`PCB_CAP`	**Placa Madre Industrial Doble Capa FR-4 (** `MECATROBOTICA-CAPSTONE-CARRIER-V10` **)** con zócalos y borneras `KF301`	1	Integración permanente libre de cables sueltos con partición de planos de masa `AGND`, `DGND` y `PGND`.

---

2. Presupuesto de Tiempos de Ejecución y Determinismo por Capa

Tarea / Bucle del Sistema	Dispositivo	Periodo Nominal (T)	Tiempo de Cómputo (C)	Factor de Utilización ($U = C/T$)
Adquisición ADC + Filtro EMA ($\alpha=0.20$) + Chequeo de Sonda	Arduino (`MCU1`)	50 ms (20 Hz)	0.42 ms	0.84%
Ley de Control PID Discreto + Histéresis + Máquina FSM	Arduino (`MCU1`)	100 ms (10 Hz)	0.35 ms	0.35%
Empaquetado JSON + Cálculo `CRC-16` + Envío `RS-485`	Arduino (`MCU1`)	1000 ms (1 Hz)	8.40 ms	0.84%
Inferencia `Z-Score` + `Isolation Forest` + Ingesta `SQLite/InfluxDB`	Raspberry Pi 4B	1000 ms (1 Hz)	3.10 ms	0.31%