PLANOS Y ESQUEMÁTICOS DE CIRCUITO E INGENIERÍA — MÓDULO 09

Planos en Protoboard (Estilo Tinkercad), Placa PCB FR-4 con Montaje por Soldadura y Diagramas de Ciberseguridad

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

Módulo: 09 — Ciberseguridad IoT, Confiabilidad y Puesta en Producción

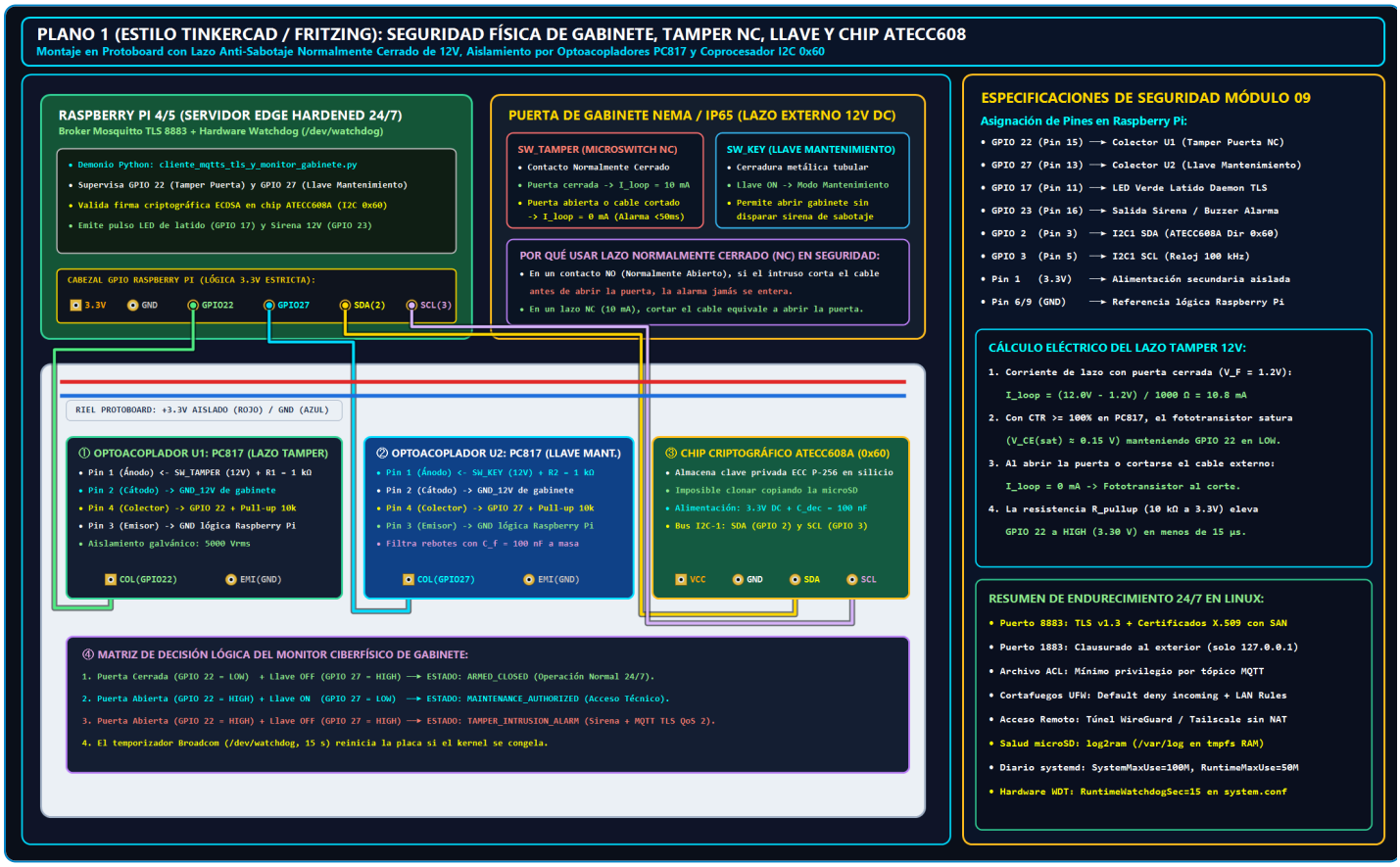
---

1. Plano 1 (Estilo Tinkercad / Fritzing): Montaje en Protoboard del Nodo de Seguridad Física de Gabinete y Latido Watchdog

Este primer plano muestra el conexionado práctico sobre protoboard del subsistema de protección física del gabinete Edge:

- **Lazo Normalmente Cerrado (`NC`) en `SW_TAMPER` :** Conecta el riel de $12\ V$ al ánodo del optoacoplador `PC817 (U1)` mediante una resistencia de $1\ k\Omega$. Si la puerta se abre o el cable es cortado por un intruso, el colector del fototransistor sube a $3.3\ V$ en `GPIO 22` .
- **Selector de Llave Física (`SW_KEY`):** Aislado mediante el segundo optoacoplador `PC817 (U2)` hacia `GPIO 27` , permite autorizar el mantenimiento físico en campo.
- **Coprocesador Criptográfico `ATECC608A` (`I2C 0x60`) y Alarma Acústica (`BZ1`):** Completan la defensa física y criptográfica del nodo.

📐 Plano 1: Montaje en Protoboard de Seguridad Física de Gabinete



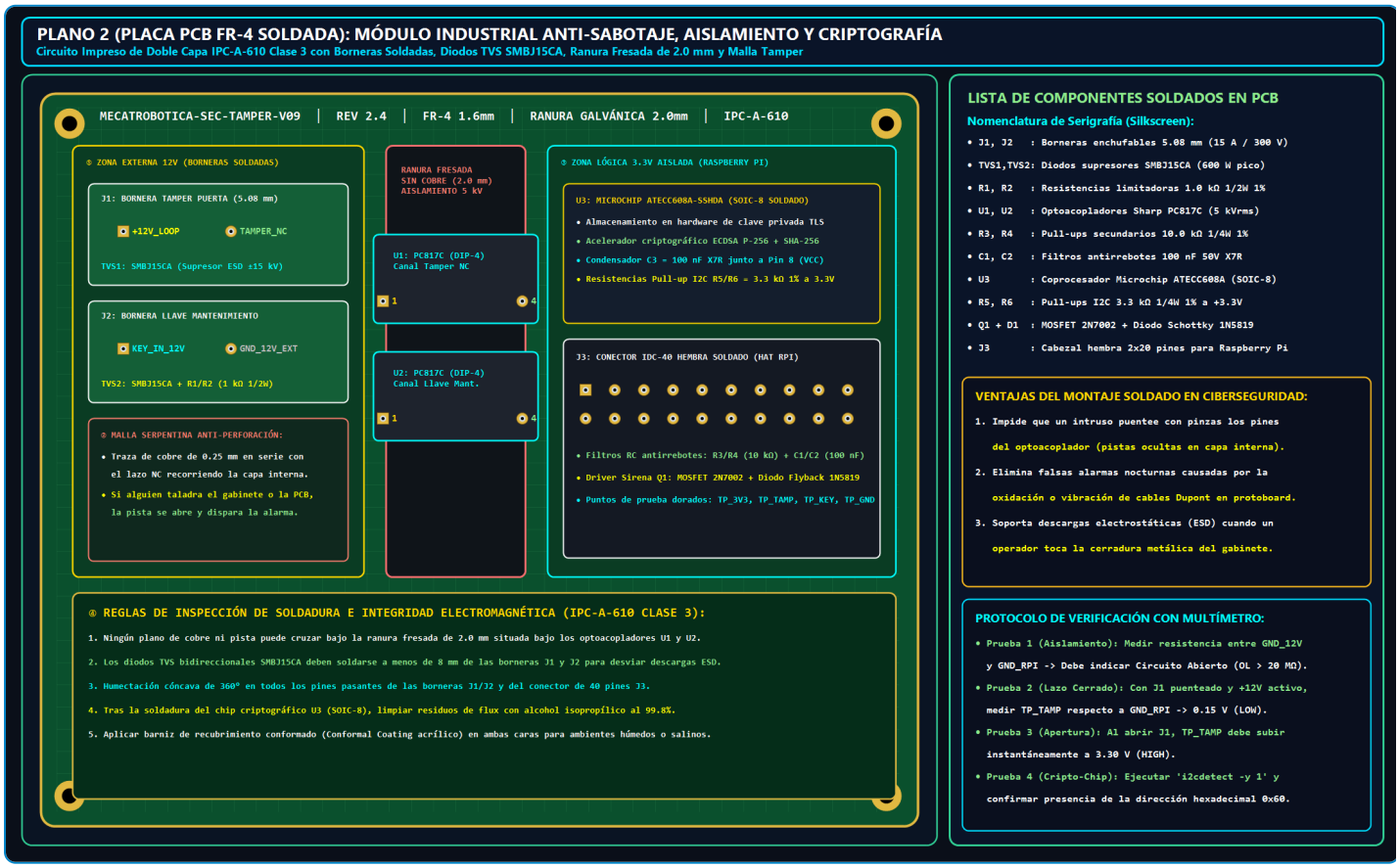
---

2. Plano 2 (Placa de Circuito Impreso PCB FR-4): Montaje por Soldadura del Módulo de Seguridad y Watchdog (`MECATROBOTICA-SEC-WDG-V09`)

En un gabinete industrial real, un sistema anti-sabotaje jamás puede montarse con cables sueltos que puedan puentearse fácilmente. Este segundo plano detalla la placa de circuito impreso de doble capa en fibra de vidrio **FR-4** (`MECATROBOTICA-SEC-WDG-V09`) con montaje por soldadura:

- **Borneras de tornillo `TB1` y `TB2` (`KF301`) soldadas con diodos `TVS SMBJ15CA`:** Protegen las entradas del interruptor de puerta y de la cerradura metálica contra descargas electrostáticas (`ESD` de hasta $\pm 15\ kV$).
- **Ranura fresada de aislamiento galvánico (`2.0 mm`) bajo los optoacopladores `U1` y `U2` (`PC817`):** Separa físicamente el cableado perimetral del gabinete ($12\ V$) respecto al plano lógico de $3.3\ V$ de la Raspberry Pi.
- **Malla conductora anti-perforación (*Tamper Mesh*) en capa interna/superior:** Si se intenta perforar la placa, el lazo `NC` se abre inmediatamente.

📐 Plano 2: Placa PCB FR-4 Soldada de Seguridad de Gabinete y Watchdog



---

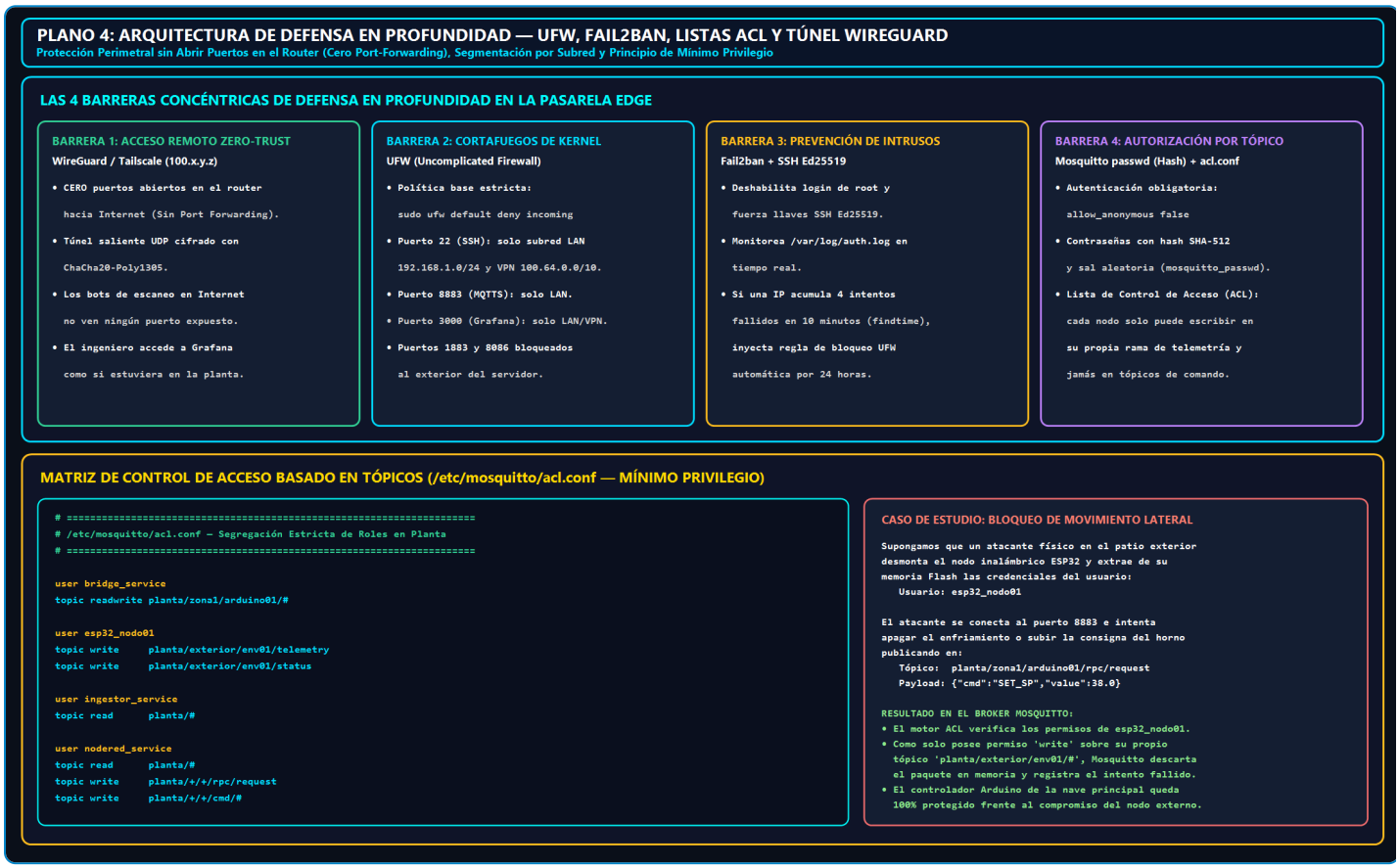
3. Plano 3: Infraestructura PKI X.509 con Extensión `SAN` (RFC 9525) y Negociación `MQTTS` `TLS 1.3`

📐 Plano 3: Cadena de Confianza PKI X.509 y Handshake TLS 1.3



4. Plano 4: Defensa en Profundidad (`UFW` + `Fail2ban` + `ACL Mosquitto` + `WireGuard VPN`)

📐 Plano 4: Defensa en Profundidad y Segmentación de Red



5. Plano 5: Supervivencia 24/7 (`log2ram` en Disco RAM `tmpfs` + `Hardware Watchdog` Broadcom `/dev/watchdog`)

📐 Plano 5: Arquitectura de Supervivencia 24/7 en Servidor Edge

