DOCUMENTO DE DISEÑO

EinarBoard v6 (HBOX 6.0)

Project Drogheda · HBOX GPS-RTK

Versión	1.0
Fecha	2026-10-22
Estado	ACTIVO — estado al 22-oct-2026, después de T44 (HBox_PCB bd27501)
Para	Leo, Michelle (layout), Jesús (banco), Aldair (fabricación), Adriana (PM), equipo de firmware
Autor	Helgen Technologies (redacción: Claude; revisión: Leo)

Helgen Technologies — uso interno · versión en línea: drogheda.helgen.online · generado de los archivos de la tarjeta (KiCad) el 2026-10-22

Contenido

1. Ficha
2. Qué es y qué cambia respecto a la anterior
3. Diagrama de bloques
4. Árbol de alimentación
5. Especificaciones
6. MCU: mapa de pines
7. Conectores y pinouts
8. Esquemático
9. PCB
    9.1 Stack-up y capas
    9.2 Distribución por islas
    9.3 Capas de cobre
    9.4 Serigrafía y plano de ensamble
    9.5 Vistas 3D
    9.6 Mapa de designadores (T43)
10. Puntos de prueba
11. BOM resumen
12. Reglas de diseño y verificación
13. Problemas conocidos, riesgos y decisiones abiertas
    13.1 Los 8 bloqueantes de la auditoría del 16-oct, hoy
    13.2 Lo que falta del layout (plan de fines de semana)
    13.3 Decisiones abiertas
    13.4 Firmware
    13.5 Riesgos
14. Historial de revisiones
15. Referencias

Estado al 22-oct-2026, después de T44: la v6 todavía no se puede pedir

El esquemático está verificado (ERC sin errores) y el ruteo está completo, pero faltan los bloques B a H del layout del plan de fines de semana, la decisión **D-22-4** (TVS de la SIM) y **el firmware de la v6, que todavía no existe**. Metas: **G1**, pedido del piloto de 20 el lun 2-nov; **G2**, lista para producción ≈ 22-nov, cuando las 20 pasen el banco. De los 8 bloqueantes de la auditoría del 16-oct ya están cerrados 4 (§13).

Descargas: este documento en PDF · esquemático completo en PDF · tabla de designadores viejo → nuevo (T43)

Todo lo que dice este documento sale de los archivos de la tarjeta (`hbox-watchdog-v6.kicad_sch` y `.kicad_pcb` del commit de la ficha) o de un documento citado. Las tablas de pines, conectores, rieles, puntos de prueba y BOM se generaron del netlist y del PCB; no se escribieron a mano. Los designadores son los de T43 (22-oct), los que trae la serigrafía.

1. Ficha

Tarjeta	EinarBoard v6 · cajetín «EINARBoard HBOX v6», rev. 6.0
Proyecto KiCad	`hbox-watchdog-v6` en HBox_PCB (KiCad 10.0.4)
Archivos de este documento	commit `bd27501` · PCB sha256 `6a5be87c` · esquemático `b9018bdc`
Fecha	22-oct-2026 (después de T43 y T44)
Estado	En layout. G1 (pedido del piloto de 20): lun 2-nov · G2 (lista para producción): ≈ 22-nov. Sin firmware todavía. Homologación IFT en trámite
Dimensiones	140.0 × 100.0 mm · 5 barrenos M3 de 3.2 mm con máscara abierta de 6 mm
Capas	4 · JLC04161H-7628 · 1.6 mm · ENIG · con control de impedancia
Piezas	352 en el esquemático: 299 montadas por JLC en 141 partidas, 35 sin montar y 18 fuera del BOM (6 puentes de soldadura y 12 puntos de prueba), más los 5 barrenos, que solo están en la tarjeta
Ensamble	todas las piezas por la cara superior (F.Cu); 18 piezas de inserción (conectores y botones)
Verificación	ERC: 0 errores · 135 avisos (102 pin_to_pin, 21 lib_symbol_mismatch, 12 lib_symbol_issues) · DRC: 11 errores (11 `courtyards_overlap`) · 256 avisos · 0 sin conectar · paridad limpia

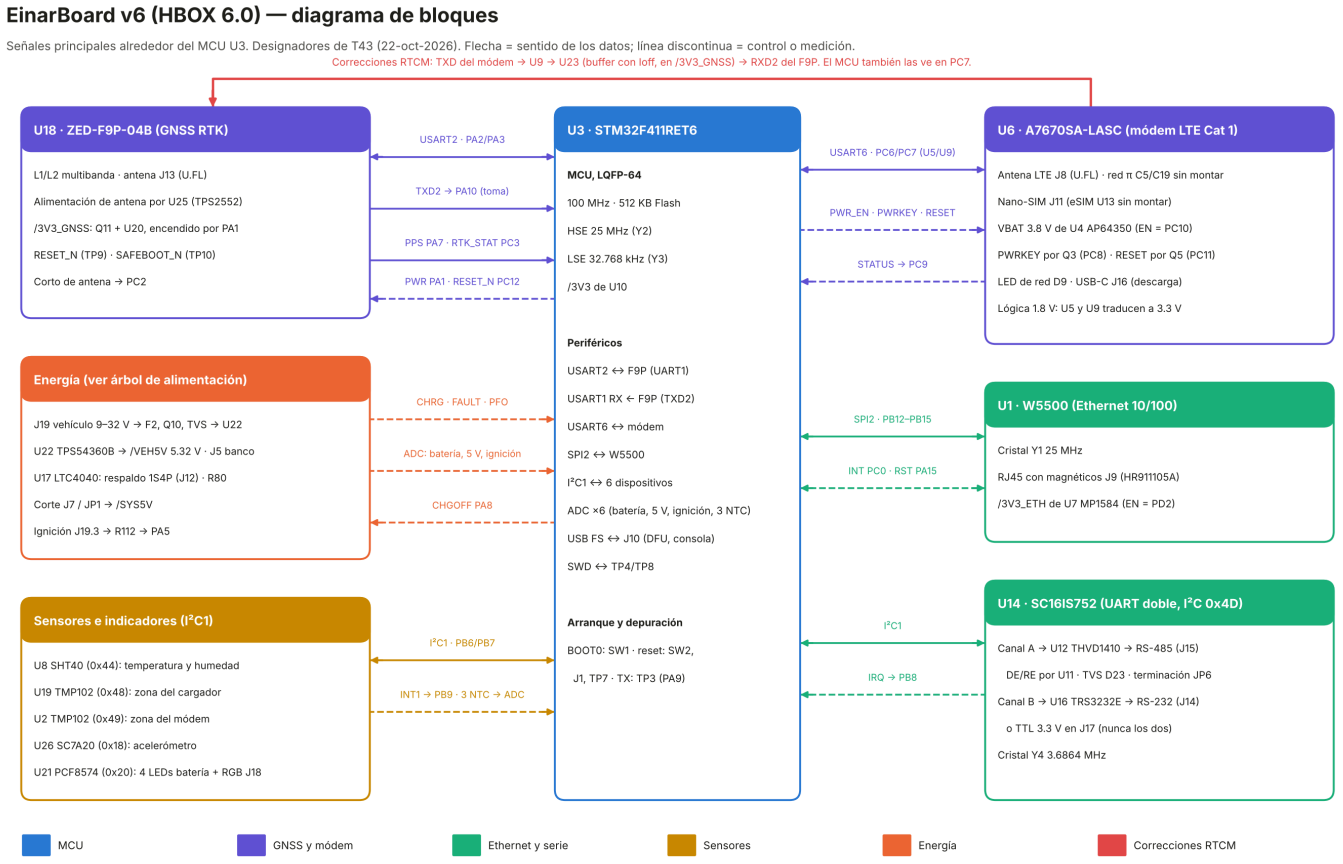
2. Qué es y qué cambia respecto a la anterior

La v6 es la tarjeta del HBOX con **el GNSS y el módem soldados a bordo**. Las tarjetas que salen a piloto ahora (V5.6 y V5.7) llevan zócalos para dos módulos comprados: el simpleRTK2B Pro (ZED-F9P) como escudo y el 4G NTRIP Master (XBee), que hace por sí solo el cliente NTRIP. En la v6 esas dos piezas son componentes de la tarjeta, y **el MCU es el dueño del módem**: lo enciende, lo reinicia, le habla por UART y es quien tiene que hacer el cliente NTRIP.

Lo que cambia, bloque por bloque:

- **GNSS.** U18 ZED-F9P-04B, multibanda, en su propia isla. Su riel /3V3_GNSS lo enciende el MCU (PA1 → Q8 → Q11 → U20). La alimentación de la antena pasa por U25 (TPS2552), que la limita a ≈ 75 mA y avisa de un corto en PC2. Antena por U.FL (J13).
- **Módem.** U6 A7670SA-LASC: LTE Cat 1 con respaldo GSM y las bandas de Latinoamérica (LTE B1/2/3/4/5/7/8/28/66, GSM 900/1800), una sola antena (J8, U.FL) y nano-SIM (J11). El eSIM MFF2 (U13) está dibujado pero no se monta, porque Telcel no surte MFF2. Su fuente de 3.8 V es U4, que el MCU enciende con PC10. Tiene USB-C propio (J16) para cargarle firmware.
- **Correcciones.** El TXD del módem llega al RXD2 del F9P por U9 (1.8 → 3.3 V) y U23. U23 es un buffer con Ioff alimentado de /3V3_GNSS: cuando el F9P está apagado, nada lo alimenta por sus pines. El MCU ve el mismo flujo en PC7.
- **K1 no se monta.** En las V5.x, el relevador K1 deja pasar las correcciones aunque el MCU esté muerto (modo B). En la v6 ese camino no sirve: el A7670SA no tiene cliente NTRIP propio. PC6 llega al módem directo por R8 (0 Ω).
- **Fuente de 5 V a bordo.** U22 TPS54360B, como en la V5.7, en lugar de la Mean Well SD-15B-05 externa. J5 queda como entrada de 5 V para el banco. Antes de U22 están el fusible F2 en portafusibles, la protección de polaridad Q10 y los TVS D33/D26.
- **Respaldo de batería.** U17 LTC4040 con el mismo paquete LFP-HT que la V5.6 (flotación 3.50 V, carga 1.40 A) y R80 de 10 mΩ con sensado Kelvin (límite de entrada de 2.5 A).
- **Ethernet** W5500 (U1) con su 3.3 V apagable (U7, EN = PD2), para no gastar el presupuesto de sueño.
- **Puertos del cliente.**
  - RS-485 con THVD1410 (U12); DE/RE = NOT(RTSA), así que queda en recepción por defecto. TVS SM712 (D23) y terminación JP6.
  - RS-232 con TRS3232E (U16), o TTL 3.3 V en J17.
- **Sensores.**
  - Temperatura y humedad: SHT40.
  - Temperatura: dos TMP102 (cargador y módem).
  - Movimiento: acelerómetro SC7A20.
  - Tres NTC: dos externas y la del paquete.
- **Pines del MCU distintos a los de la V5.6.** Por ejemplo, PC3 es aquí la salida RTK_STAT del F9P, y en la V5.6 es MODEM_EN. **Un binario de V5.6 no debe correr en la v6**: la identificación de tarjeta va en el firmware (D-v6-1).
- **Barrenos.** 5 barrenos M3:
  - tres de la placa base de la V5.5: MH1, MH3 y MH4;
  - dos en las esquinas de la v6: MH2 y MH5.

3. Diagrama de bloques



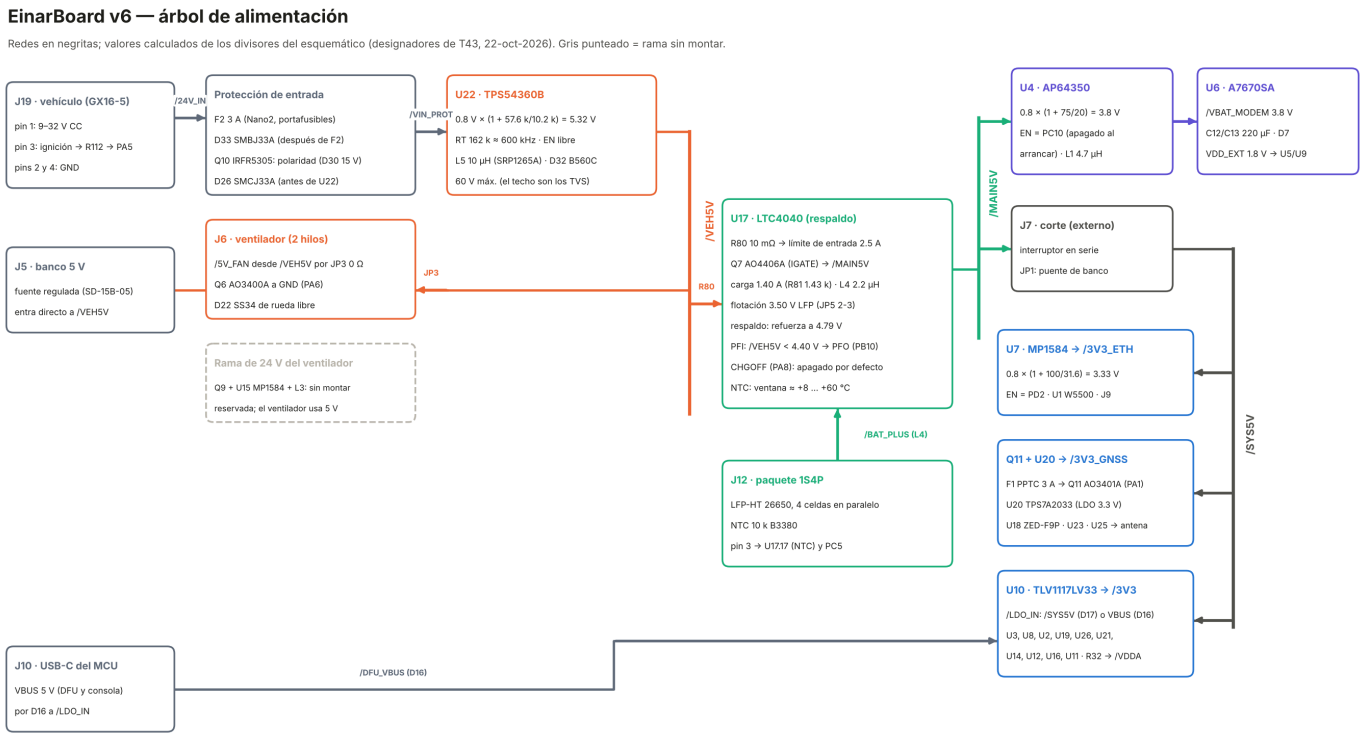
Los cuatro caminos de datos que importan:

1. **Correcciones (RTCM).** Caster → LTE → U6 → TXD → U9 → U23 → RXD2 del F9P. El MCU también las ve en PC7 (USART6_RX), para contar bytes y leer las respuestas AT.
2. **Posición.** UART1 del F9P → USART2 del MCU (NMEA/UBX) → USART6 → módem → servidor por UDP, con la palabra de telemetría `$PHLG`. El TXD2 del F9P también llega a PA10 como toma pasiva.
3. **Ethernet.** W5500 por SPI2, con INT, RST y su propia fuente (PD2).
4. **Puertos del cliente.** SC16IS752 por I²C (dirección 0x4D) con IRQ en PB8.

Lo que el firmware tiene que respetar (detalle en el §6):

- todos los pines que tocan al F9P van en alta impedancia mientras su riel está apagado (regla 0.5.5: nada lo alimenta por sus pines);
- el módem y el GNSS arrancan apagados.

4. Árbol de alimentación



Riel	Fuente	Voltaje	Límite / capacidad	Alimenta	Cómo se obtiene
/24V_IN	J19.1 (vehículo)	9–32 V CC	F2 3 A (Nano2)	—	antes de F2; el techo lo ponen los TVS de 33 V (D33, D26)
/VIN_PROT	F2 → Q10 (polaridad)	= entrada	—	U22	después de la protección: D26 SMCJ33A; entrada de U22
/VEH5V	U22 TPS54360B · o J5 (banco)	5.32 V	U22: 3.5 A	U17	0.8 V × (1 + R107/R106) = 0.8 × (1 + 57.6/10.2); 600 kHz (R100 162 k)
/VIN_SW	R80 10 mΩ	≈ /VEH5V	2.5 A (25 mV / 10 mΩ)	Q7, U17	sensado Kelvin de la corriente de entrada del LTC4040
/MAIN5V	Q7 (IGATE de U17) · o el refuerzo de U17 desde la batería	≈ /VEH5V; 4.79 V en respaldo	respaldo: 2.5 A	J7, U4	VSYS del LTC4040: R85/R86 → 0.8 × (1 + 499/100) = 4.79 V
/BAT_PLUS	J12 (paquete) · L4	3.0–3.5 V (LFP)	carga 1.40 A	U17	flotación 3.50 V (JP5 2-3); carga 2000/R81 = 2000/1430
/SYS5V	J7 (corte externo) o JP1	= /MAIN5V	—	U7	abrir J7 apaga el MCU, el GNSS y Ethernet; el cargador y la entrada de U4 siguen con energía. También alimenta a U10 por D17 y a U20 por F1/Q11
/VBAT_MODEM	U4 AP64350 (EN = PC10)	3.8 V	U4: 3.5 A	U6	0.8 × (1 + R28/R27) = 0.8 × (1 + 75/20); D7 SMAJ5.0A
/1V8_MODEM	U6 (VDD_EXT)	1.8 V	—	U5, U9	solo con el módem encendido; lado A de U5/U9
/LDO_IN	D17 ← /SYS5V · D16 ← VBUS de J10	≈ 4.8–5 V	—	U10	OR con diodos SS34: el MCU arranca con solo el USB
/3V3	U10 TLV1117LV33	3.3 V	U10: 1 A	J17, J18, U2, U3, U5, U8, U9, U11, U12, U14, U16, U18, U19, U21, U26	LDO fijo
/VDDA	R32 10 Ω desde /3V3	3.3 V	—	U3	referencia del ADC
/SW_5V	F1 PPTC 3 A → Q11 AO3401A (PA1)	= /SYS5V	F1: 3 A	U20	Q8 maneja la compuerta; R102 100 k mantiene apagado durante el reset
/3V3_GNSS	U20 TPS7A2033	3.3 V	U20: 300 mA	U18, U23, U25	LDO fijo; EN = /SW_5V
/ANT_BIAS	U25 TPS2552 (≈ 75 mA, ILIM a IN)	3.3 V	≈ 75 mA típ.	—	alimentación de la antena GNSS por L6 68 nH; ~EN desde ANT_OFF del F9P

Riel	Fuente	Voltaje	Límite / capacidad	Alimenta	Cómo se obtiene
`/3V3_ETH`	U7 MP1584 (EN = PD2)	3.33 V	U7: 3 A	J9, U1	0.8 × (1 + R42/R57) = 0.8 × (1 + 100/31.6)
`/5V_FAN`	JP3 0 Ω desde /VEH5V	= /VEH5V	—	J6	Q6 AO3400A conmuta el retorno (PA6); D22 de rueda libre

Notas de diseño.

- **En batería todo sale del refuerzo del LTC4040 por /MAIN5V (4.79 V).**
  - Un pico GSM con todo encendido pediría 2.25–2.33 A, el 91–97 % de los 2.5 A del respaldo. Por eso, en batería, el firmware deja **solo LTE** (`AT+CNMP=38`) y apaga Ethernet (plan de corrección, D9).
  - Consumo en respaldo estimado: 0.6–1 A promedio y ≈ 2 A de pico, solo con LTE.
- **PFO.** Cuando /VEH5V baja de 4.40 V (R94/R95 sobre el PFI de 1.19 V), PFO (U17.20) avisa al MCU en PB10. Es la señal para entrar al modo de respaldo.
- **J7, el interruptor de corte externo**, está entre /MAIN5V y /SYS5V.
  - Abierto, apaga el MCU, el GNSS y Ethernet.
  - U4 (el módem) toma de /MAIN5V, antes del corte: queda alimentado, pero apagado, porque su EN (PC10) tiene R33 100 k a GND.
  - JP1 puentea J7 en el banco.
- **El MCU puede arrancar con solo el USB.** /LDO_IN es un OR con dos SS34: D17 desde /SYS5V y D16 desde el VBUS de J10. Sirve para programarlo por DFU sin fuente.
- **Rama de 24 V del ventilador: sin montar** (Q9, U15, L3 y sus pasivos). El ventilador toma 5 V de /VEH5V por JP3 (0 Ω) y Q6 conmuta su retorno.

5. Especificaciones

Parámetro	Valor	Fuente
Entrada de alimentación	**9–32 V CC** (vehículos de 12 y 24 V) por J19.1	U22 aguanta 60 V; el techo lo ponen los TVS de 33 V (D33 SMBJ33A después de F2, D26 SMCJ33A antes de U22). El texto del bloque T del esquemático dice 9–36 V; con estos TVS el valor honesto es 32 V, como en la V5.7
Protección de entrada	F2 3 A Nano2 (Littelfuse 0154003.DR) en portafusibles · Q10 IRFR5305 contra polaridad invertida (zener D30 15 V) · TVS D33 y D26	esquemático
5 V interno (/VEH5V)	**5.32 V**, 600 kHz, U22 TPS54360B (3.5 A)	divisor R107/R106 y R100 (§4)
Ignición	J19.3, entrada analógica en PA5. Divisor R112 22 k arriba y R16 22 k ‖ R17 2.2 k = 2.0 k abajo: relación 2.0/24.0 = 0.0833, así que 12 V → 1.00 V y 24 V → 2.00 V. TVS D31 SMBJ33A en J19.3; D5 BAT54 limita el pin a /3V3	esquemático (§6)
Batería	Paquete **LFP-HT 26650, 1S4P**, con NTC 10 k B3380 (J12)	plan de corrección, D20
Cargador	U17 LTC4040 · carga **1.40 A** (R81 1.43 k) · flotación **3.50 V** (JP5 en 2-3) · ventana de carga ≈ +8 … +60 °C (R93 5.6 k con la NTC B3380) · se apaga por defecto (PA8 con R31 a /3V3)	esquemático y plan de corrección
Respaldo	refuerzo a **4.79 V** · límite de entrada **2.5 A** (R80 10 mΩ, Kelvin) · PFO a 4.40 V	§4
GNSS	ZED-F9P-04B, multibanda L1/L2, RTK · antena activa por J13 con ≈ 75 mA de límite (U25) · −40 … +85 °C (u-blox)	esquemático
Módem	A7670SA-LASC, LTE Cat 1 + GSM 900/1800 · LTE B1/2/3/4/5/7/8/28/66 · una antena (J8) · nano-SIM (J11)	brief de integración GNSS + 4G del 24-ago, §2.2 (`2026-08-24_Drogheda_EinarBoard-v6_GNSS-4G-Integration_Design-Brief_v1.0.md`)
MCU	STM32F411RET6, 100 MHz, 512 KB de Flash, 128 KB de RAM, HSE 25 MHz, LSE 32.768 kHz	esquemático
Interfaces	Ethernet 10/100 (W5500, J9) · RS-485 (THVD1410, J15) · RS-232 (TRS3232E, J14) o TTL 3.3 V (J17) · USB-C del MCU (J10) · USB-C del módem (J16) · LED RGB externo (J18) · LED de panel (J3) · reset externo (J1) · corte externo (J7) · ventilador de 5 V (J6) · 2 NTC externas (J2, J4)	§7
Sensores en la tarjeta	SHT40 (U8), TMP102 ×2 (U19 cargador, U2 módem), SC7A20 (U26)	§6
Consumo	Sin medir todavía; se mide en el banco del piloto. En respaldo: 0.6–1 A promedio, ≈ 2 A de pico, solo LTE. Meta del piso de sueño: 20–50 mW	plan de corrección
Mecánica	140.0 × 100.0 mm · 5 × M3 · todas las piezas arriba · antenas por pigtail U.FL → SMA de mampara	PCB

Rango de temperatura del sistema: sin validar

Lo único con dato de fabricante en esta tabla es el F9P (−40 … +85 °C). La RCA de junio señaló a la batería y al módem como las víctimas del calor dentro del gabinete. En el banco del piloto se validan con las pruebas 4 (cámara térmica de U17/L4 y U22/D32) y 6 (ciclos en batería a ≥ 45 °C) del plan.

6. MCU: mapa de pines

U3 es un STM32F411RET6 (LQFP-64), el mismo MCU de la V5.6, pero **con otro mapa de pines**. La tabla sale del netlist. La columna «macro propuesta» es la del mapa de pines de la v6 para `board_v6.h`, que todavía no existe (FW-1 del plan).

Reglas para el firmware:

1. **Arranque seguro.** Lo primero, antes que nada más: PC10, PC8, PC11, PA1, PB5, PA15, PA6, PB0 y PD2 en bajo. Módem, GNSS y Ethernet arrancan apagados, y el W5500 se queda en reset.
2. **F9P apagado = pines en alta impedancia.** PA2, PA3, PA7, PC3, PC12 y PA10 nunca se manejan en alto con el F9P apagado. PC12 va en drenador abierto.
3. **No compartir binarios con la V5.6.** PC1, PC2 y PC3 son entradas del F9P en la v6. En la V5.6 son pines del módem, y PC3 es una **salida**.
4. **EXTI compartidas:**
   - EXTI3 es de PC3 (RTK_STAT) o de PB3 (CHRG_STAT);
   - EXTI9, de PB9 (acelerómetro) o de PC9 (STATUS del módem).
   - El plan es dar EXTI9 al acelerómetro y leer STATUS por sondeo.
5. **TIM3.** PA6 (ventilador) y PA7 (PPS) comparten TIM3. El ventilador es ON/OFF por GPIO, así que TIM3 queda libre para capturar el PPS.

Pin	Nombre	Red	Conectado a	Función	Periférico / AF	Macro propuesta
1	VBAT	`/3V3`	(69 nodos)	Respaldo del dominio RTC; va a /3V3 (no hay pila: el RTC se pierde sin 3V3)	—	—
2	PC13	`/LED_C13`	D14 LED C13 (blue) → /LED_C13_A	LED de estado D14 (azul), activo en bajo	GPIO	`PIN_LED_C13`
3	PC14	`/LSE_IN`	C49 6.8pF → GND · Y3.1	Oscilador LSE 32.768 kHz (Y3)	RCC_OSC32_IN	—
4	PC15	`/LSE_OUT`	C50 6.8pF → GND · Y3.2	Oscilador LSE 32.768 kHz (Y3)	RCC_OSC32_OUT	—
5	PH0	`/HSE_IN`	C51 12pF → GND · Y2.1	Oscilador HSE 25 MHz (Y2); lo necesitan el PLL, el USB y el DFU	RCC_OSC_IN	—
6	PH1	`/HSE_OUT`	C43 12pF → GND · Y2.3	Oscilador HSE 25 MHz (Y2)	RCC_OSC_OUT	—
7	NRST	`/NRST`	C42 100nF → GND · D1 PESD5V0S1BA → GND · J1.1 · SW2.1 · TP7.1	Reset del MCU: botón SW2, conector J1 (reset externo) y TP7	NRST	—
8	PC0	`/ETH_INT`	U1.36 (~INT)	Interrupción del W5500, activa en bajo	GPIO · EXTI0	`PIN_ETH_INT`
9	PC1	`/GNSS_ANT_DETECT`	U18.4 (ANT_DETECT)	ANT_DETECT del F9P (entrada del F9P); el MCU no la maneja	GPIO (reserva)	`PIN_GNSS_ANT_DET`
10	PC2	`/GNSS_ANT_SHORT_N`	R82 10k → /3V3_GNSS · U18.6 (ANT_SHORT_N) · U25.4 (~FAULT)	Corto en la antena GNSS: FAULT del TPS2552 (U25); bajo = corto. Solo vale con el F9P encendido	GPIO · entrada	`PIN_GNSS_ANT_SHORT_N`
11	PC3	`/GNSS_RTK_STAT`	U18.20 (RTK_STAT)	RTK_STAT del F9P: 0 = RTK fijo, parpadeo = usando correcciones, 1 = sin correcciones	GPIO · EXTI3	`PIN_GNSS_RTK_STAT`
12	VSSA	`GND`	(362 nodos)	Tierra analógica	—	—
13	VDDA	`/VDDA`	C32 1uF → GND · C41 100nF → GND · R32 10R → /3V3	Alimentación analógica y referencia del ADC (R32 10 Ω desde /3V3)	—	—
14	PA0	`/BAT_SENSE`	C31 100nF → GND · R20 10k → /BAT_PLUS · R25 10k → GND	Voltaje del paquete ÷ 2 (R20/R25 10 k)	ADC1_IN0	`PIN_BAT_SENSE`

Pin	Nombre	Red	Conectado a	Función	Periférico / AF	Macro propuesta
15	PA1	/PWR_CTRL	R103 1k → /BASE_LS	Enciende el riel del GNSS (Q8 → Q11 → /SW_5V → U20); alto = encendido	GPIO (TIM2_CH2 para arranque suave)	PIN_GNSS_PWR
16	PA2	/GNSS_TX	U18.43 (RXD)	MCU → UART1 del F9P (configuración UBX)	USART2_TX AF7	PIN_GNSS_TX
17	PA3	/GNSS_RX	U18.42 (TXD)	UART1 del F9P → MCU (NMEA/UBX)	USART2_RX AF7	PIN_GNSS_RX
18	VSS	GND	(362 nodos)	Tierra	—	—
19	VDD	/3V3	(69 nodos)	Alimentación	—	—
20	PA4	/5V_SENSE	C10 100nF → GND · R18 10k → /VEH5V · R19 10k → GND	5 V del vehículo ÷ 2 (/VEH5V por R18/R19 10 k)	ADC1_IN4	PIN_5V_SENSE
21	PA5	/IGN_SENSE	C29 100nF → GND · D5 BAT54 → /3V3 · R16 22k → GND · R17 2.2k → GND · R112 22k → /IGN_IN	Ignición, lectura analógica: R112 22 k desde J19.3; R16 22 k ‖ R17 2.2 k a GND (12 V → 1.0 V, 24 V → 2.0 V); D5 BAT54 limita a 3V3	ADC1_IN5	PIN_IGN_SENSE
22	PA6	/FAN_PWM	R71 100R → /FAN_GATE	Ventilador: compuerta de Q6 (AO3400A); alto = encendido (política ON/OFF)	GPIO (TIM3_CH1 AF2)	PIN_FAN
23	PA7	/GNSS_TIMEPULSE	U18.53 (TIMEPULSE)	1 PPS (TIMEPULSE) del F9P	TIM3_CH2 AF2 · EXTI7	PIN_GNSS_PPS
24	PC4	/NTC2	C28 100nF → GND · D6 PESD5V0S1BA → GND · J4.1 · R15 10k/1% → /3V3	Sonda NTC externa 2 (J4), divisor con R15 10 k/1 %	ADC1_IN14	PIN_NTC2
25	PC5	/NTC_CELL	C33 10nF → GND · R21 100k/1% → /NTC · R26 120k/1% → GND	Toma de la NTC del paquete (R21 100 k / R26 120 k); vale solo con /VEH5V presente	ADC1_IN15	PIN_NTC_CELL
26	PB0	/EXT_LED	Q1.1 (G) · R13 10k → GND	LED de panel (J3) por Q1 (AO3400A); alto = encendido	GPIO	PIN_EXT_LED
27	PB1	/NTC_TEMP	C9 100nF → GND · D4 PESD5V0S1BA → GND · J2.1 · R14 10k/1% → /3V3	Sonda NTC externa 1, punto caliente (J2), divisor con R14 10 k/1 %	ADC1_IN9	PIN_NTC
28	PB2	/BOOT1_STRAP	R24 10k → GND	Strap BOOT1 = 0 (R24 10 k a GND); no reasignar	BOOT1	—
29	PB10	/PFO	R87 100k → /3V3 · TP12.1 · U17.20 (PFO)	PFO del LTC4040 (U17.20): bajo = /VEH5V < 4.40 V, entra el respaldo	GPIO · EXTI10	PIN_PFO
30	VCAP1	/VCAP1	C27 4.7uF → GND	Capacitor del regulador interno (C27)	—	—
31	VSS	GND	(362 nodos)	Tierra	—	—
32	VDD	/3V3	(69 nodos)	Alimentación	—	—
33	PB12	/ETH_CS	U1.32 (~SCS)	Selección (CS) del W5500	GPIO	PIN_ETH_CS
34	PB13	/ETH_SCK	U1.33 (SCLK)	Reloj SPI del W5500	SPI2_SCK AF5	PIN_ETH_SCK
35	PB14	/ETH_MISO	U1.34 (MISO)	Datos W5500 → MCU	SPI2_MISO AF5	PIN_ETH_MISO
36	PB15	/ETH_MOSI	U1.35 (MOSI)	Datos MCU → W5500	SPI2_MOSI AF5	PIN_ETH_MOSI
37	PC6	/USART6_TX	K1.10 · R8 0R → /DIN_4G	MCU → RXD del módem: R8 0 Ω → /DIN_4G → U5 (3.3 → 1.8 V). K1 sin montar	USART6_TX AF8	PIN_MODEM_TX
38	PC7	/USART6_RX	R43 1k → /DOUT_4G	TXD del módem → MCU: U9 (1.8 → 3.3 V) → /DOUT_4G → R43 1 k	USART6_RX AF8	PIN_MODEM_RX
39	PC8	/MODEM_PWRKEY	Q3.1 (G) · R37 100k → GND	PWRKEY del módem por Q3 (2N7002); alto = tecla presionada	GPIO	PIN_MODEM_PWRKEY
40	PC9	/MODEM_STATUS	R55 100k → GND · U9.6 (2B)	STATUS del módem (por U9); alto = módem encendido	GPIO (sondear; EXTI9 es del acelerómetro)	PIN_MODEM_STATUS

Pin	Nombre	Red	Conectado a	Función	Periférico / AF	Macro propuesta
41	PA8	/CHRG_EN	R31 100k → /3V3 · U17.4 (CHGOFF)	CHGOFF del LTC4040 (U17.4); alto = carga apagada. R31 100 k a /3V3: apagada por defecto	GPIO	PIN_CHRG_EN
42	PA9	/USART1_TX	TP3.1	TX de depuración en TP3	USART1_TX AF7	PIN_DBG_TX
43	PA10	/USART1_RX	K1.1 · R30 100k → /3V3 · U18.27 (TXD2)	Toma pasiva del TXD2 del F9P (U18.27); R30 100 k a /3V3	USART1_RX AF7	PIN_F9P_TX2_TAP
44	PA11	/DFU_DM	D11 PESD5V0S1BA → GND · J10.A7 (D-) · J10.B7 (D-)	USB FS D– (J10, DFU y consola)	OTG_FS_DM AF10	—
45	PA12	/DFU_DP	D10 PESD5V0S1BA → GND · J10.A6 (D+) · J10.B6 (D+)	USB FS D+ (J10, DFU y consola)	OTG_FS_DP AF10	—
46	PA13	/SWDIO	TP4.1	SWD datos (TP4)	SWDIO AF0	—
47	VSS	GND	(362 nodos)	Tierra	—	—
48	VDD	/3V3	(69 nodos)	Alimentación	—	—
49	PA14	/SWCLK	TP8.1	SWD reloj (TP8)	SWCLK AF0	—
50	PA15	/ETH_RST	R1 4.7k → GND · U1.37 (~RST)	Reset del W5500, bajo = en reset (R1 4.7 k a GND lo detiene durante el arranque)	GPIO (JTDI al reset)	PIN_ETH_RST
51	PC10	/MODEM_PWR_EN	R33 100k → GND · U4.3 (EN)	EN de la fuente del módem U4 (AP64350); alto = módem alimentado	GPIO	PIN_MODEM_PWR_EN
52	PC11	/MODEM_RST	Q5.1 (G) · R62 100k → GND	RESET del módem por Q5 (2N7002); alto = en reset	GPIO	PIN_MODEM_RST
53	PC12	/GNSS_RESET_N	R72 10k → /3V3_GNSS · TP9.1 · U18.49 (RESET_N)	RESET_N del F9P (R72 10 k a /3V3_GNSS, TP9); salida en drenador abierto, nunca empujar alto	GPIO OD	PIN_GNSS_RESET_N
54	PD2	/ETH_PWR_EN	R46 100k → GND · U7.2 (EN)	EN de la fuente de Ethernet U7 (MP1584); alto = /3V3_ETH encendido	GPIO	PIN_ETH_PWR_EN
55	PB3	/CHRG_STAT	R60 100k → /3V3 · U17.8 (CHRG)	CHRG del LTC4040 (drenador abierto); bajo = cargando	GPIO · EXTI3	PIN_CHRG_STAT
56	PB4	/CHRG_FAULT	R59 100k → /3V3 · U17.9 (FAULT)	FAULT del LTC4040 (drenador abierto); bajo = falla o pausa por NTC	GPIO · EXTI4	PIN_CHRG_FAULT
57	PB5	/BYP_CTRL	R49 1k, DNP → /Q4_BASE	Bobina de K1 por Q4 (los dos sin montar en v6): sin efecto	GPIO	PIN_BYP_CTRL
58	PB6	/I2C_SCL	R50 4.7k → /3V3 · U2.1 (SCL) · U8.2 (SCL) · U14.13 (SCL/SCLK) · U19.1 (SCL) · U21.14 (SCL) · U26.12 (SCx)	Bus I^2C1 (SCL): SHT40, TMP102 ×2, SC16IS752, PCF8574, SC7A20; pull-up R50 4.7 k	I2C1_SCL AF4	PIN_I2C_SCL
59	PB7	/I2C_SDA	R51 4.7k → /3V3 · U2.6 (SDA) · U8.1 (SDA) · U14.14 (SDA/VSS) · U19.6 (SDA) · U21.15 (SDA) · U26.2 (SDx)	Bus I^2C1 (SDA); pull-up R51 4.7 k	I2C1_SDA AF4	PIN_I2C_SDA
60	BOOT0	/BOOT0	R52 10k → GND · SW1.2	BOOT0: R52 10 k a GND, SW1 lo sube a 3V3 (DFU)	BOOT0	—
61	PB8	/SER_IRQ	R53 10k → /3V3 · U14.15 (~IRQ)	IRQ del SC16IS752 (drenador abierto, R53 10 k a /3V3)	GPIO · EXTI8	PIN_SER_IRQ
62	PB9	/ACC_INT1	U26.5 (INT1)	INT1 del acelerómetro SC7A20 (despertar por movimiento)	GPIO · EXTI9	PIN_ACC_INT1
63	VSS	GND	(362 nodos)	Tierra	—	—
64	VDD	/3V3	(69 nodos)	Alimentación	—	—

Bus I^2C1:

Dirección (7 bits)	Ref	Pieza	Para qué	Cómo se fija
0x18	**U26**	SC7A20TR	Acelerómetro de 3 ejes (vibración, despertar por movimiento por INT1 → PB9)	SDO (U26.1) a GND
0x20	**U21**	PCF8574	Expansor: 4 LEDs del medidor de batería (D24/D25/D27/D28) y LED RGB externo (J18); solo hunde corriente	A0–A2 a GND
0x44	**U8**	SHT40-AD1B	Temperatura y humedad de la tarjeta	fija (variante AD1B)
0x48	**U19**	TMP102	Temperatura junto al cargador U17 / L4	ADD0 (U19.4) a GND
0x49	**U2**	TMP102	Temperatura en la zona del módem (entre U6 y U4)	ADD0 (U2.4) a V+
0x4D	**U14**	SC16IS752	UART doble: canal A → RS-485 (U12), canal B → RS-232 (U16) o TTL (J17)	A1 = A0 = GND (0x48 chocaría con el TMP102)

Bus I²C1 en PB6 (SCL) / PB7 (SDA), pull-ups R50 / R51 de 4.7 k a /3V3, todo a 3.3 V.

7. Conectores y pinouts

Conector	Pieza	Huella	Para qué	Notas
J1	RESET-EXT	JST_XH_B2B-XH-A_1x02_P2.50mm_Vertical (THT)	Botón de reset externo	
J2	NTC-HOTSPOT	JST_XH_B2B-XH-A_1x02_P2.50mm_Vertical (THT)	NTC externa 1 (punto caliente)	
J3	PANEL_LED	JST_XH_B2B-XH-A_1x02_P2.50mm_Vertical (THT)	LED de panel	
J4	NTC-PROBE-2	JST_XH_B2B-XH-A_1x02_P2.50mm_Vertical (THT)	NTC externa 2	
J5	5V-IN-SD15B05	JST_XH_B2B-XH-A_1x02_P2.50mm_Vertical (THT)	5 V de banco	Solo 5 V regulados: entra directo a /VEH5V
J6	FAN 2-pin	JST_XH_B2B-XH-A_1x02_P2.50mm_Vertical (THT)	Ventilador (2 hilos)	
J7	CUTOFF-SW	JST_XH_B2B-XH-A_1x02_P2.50mm_Vertical (THT)	Interruptor de corte (externo)	
J8	UFL-LTE	RF-SMD_FRF05002-JSS103M (SMD)	Antena LTE	
J9	HR911105A	RJ45_Hanrun_HR911105A_Horizontal (THT)	Ethernet (RJ45 con magnéticos y LEDs)	MagJack con magnéticos y LEDs (P-3): verde LINK (A = 9, K = 10) y amarillo ACT (A = 12, K = 11), ánodos por R22/R10 330 Ω
J10	USB-C DFU	USB_C_Receptacle_GCT_USB4085 (THT)	USB-C del MCU (DFU y consola)	También alimenta el MCU por D16 (DFU sin fuente)
J11	NanoSIM-JAE-SF72S006	JAE_SIM_Card_SF72S006 (SMD)	Nano-SIM	
J12	BATT-1S4P+NTC	JST_XH_B3B-XH-A_1x03_P2.50mm_Vertical (THT)	Paquete de batería 1S4P con NTC	
J13	UFL-GNSS	RF-SMD_FRF05002-JSS103M (SMD)	Antena GNSS (multibanda)	
J14	RS232_OUT	PhoenixContact_MC_1,5_3-G-3.5_1x03_P3.50mm_Horizontal (THT)	RS-232 del cliente	
J15	RS485_OUT	PhoenixContact_MC_1,5_3-G-3.5_1x03_P3.50mm_Horizontal (THT)	RS-485 del cliente	A / B / GND. Un transceptor aislado opcional queda para la fase B
J16	USB-C	USB_C_Receptacle_GCT_USB4085 (THT)	USB-C del módem (actualización y diagnóstico)	USB del módem por U24 (USBLC6) para descarga de firmware
J17	TTL_UARTB	PinHeader_1x04_P2.54mm_Vertical (THT)	UART-B TTL 3.3 V	Toma TTL 3.3 V del canal B. No usar junto con el RS-232 (J14)
J18	RGB_LED_EXT	JST_XH_B4B-XH-A_1x04_P2.50mm_Vertical (THT)	LED RGB externo (ánodo común)	LED RGB externo de ánodo común; pin 1 = ánodo a /3V3
J19	GX16-5	TerminalBlock_Phoenix_MKDS-1,5-5_1x05_P5.00mm_Horizontal (THT)	Alimentación del vehículo e ignición (arnés GX16-5)	Mismo orden de pines que las V5.x (arnés compatible)

J19 (alimentación del vehículo e ignición). Es una clema Phoenix MKDS de 5 polos que recibe el arnés del conector GX16-5 del gabinete. El orden de pines es **el mismo que el de las V5.x**, así que el arnés de las V5.x sirve sin cambios (pinout de la V5.6):

- pin 1 = + del vehículo;
- pines 2 y 4 = GND;
- pin 3 = ignición;
- pin 5 = sin conexión.

La leyenda de serigrafía propuesta es «VIN 9-36V · GND · IGN · GND · NC» (L-59). Con los TVS de 33 V, el rango real de operación es 9–32 V.

J2 y J4 se van a quitar (decidido el 9-oct, falta aplicarlo)

Las sondas NTC externas son redundantes y se necesita el espacio.

- **J2**, con R14, C9 y D4, es `/NTC_TEMP` → PB1.
- **J4**, con R15, C28 y D6, es `/NTC2` → PC4.

La temperatura de la celda sigue llegando por la NTC del paquete (PC5), y la del cargador y la del módem por los TMP102. Claude las quita del esquemático entre semana y Michelle corre *Actualizar PCB* (auditoría del 16-oct, §7).

Pines por conector (generado del netlist):

J1 — Botón de reset externo (RESET-EXT)

Pin(es)	Red	Función
1	`/NRST`	Reset del MCU (botón externo a GND)
2	`GND`	Tierra

J2 — NTC externa 1 (punto caliente) (NTC-HOTSPOT)

Pin(es)	Red	Función
1	`/NTC_TEMP`	NTC externa 1 (punto caliente) → PB1
2	`GND`	Tierra

J3 — LED de panel (PANEL_LED)

Pin(es)	Red	Función
1	`/LED_A`	Ánodo del LED de panel (R2 120 Ω; D2 en la tarjeta)
2	`/LED_K`	Cátodo del LED de panel (Q1 lo baja a GND)

J4 — NTC externa 2 (NTC-PROBE-2)

Pin(es)	Red	Función
1	`/NTC2`	NTC externa 2 → PC4
2	`GND`	Tierra

J5 — 5 V de banco (5V-IN-SD15B05)

Pin(es)	Red	Función
1	`/VEH5V`	5 V de banco (Mean Well SD-15B-05 u otra fuente regulada): entra directo a /VEH5V, sin pasar por U22
2	`GND`	Tierra

J6 — Ventilador (2 hilos) (FAN 2-pin)

Pin(es)	Red	Función
1	`/5V_FAN`	5 V del ventilador (desde /VEH5V por JP3 0 Ω)
2	`/FAN_RET`	Retorno del ventilador (Q6 lo baja a GND)

J7 — Interruptor de corte (externo) (CUTOFF-SW)

Pin(es)	Red	Función
1	`/MAIN5V`	Salida del LTC4040 (VSYS) hacia el interruptor de corte
2	`/SYS5V`	Regreso del interruptor de corte: alimenta todo lo demás

J8 — Antena LTE (UFL-LTE)

Pin(es)	Red	Función
1	`/RF_ANT_LTE`	Antena LTE (U.FL, 50 Ω) (SIG)
2, 3	`GND`	Tierra (GND)

J9 — Ethernet (RJ45 con magnéticos y LEDs) (HR911105A)

Pin(es)	Red	Función
1	/ETH_TXP	Par TX + (a U1.2) (TD+)
2	/ETH_TXN	Par TX – (a U1.1) (TD-)
3	/ETH_RXP	Par RX + (a U1.6) (RD+)
4	/3V3_ETH	Derivación central TX (TCT) a /3V3_ETH (TCT)
5	/ETH_RCT	Derivación central RX (RCT): C20 6.8 nF y R11/R12 49.9 Ω (RCT)
6	/ETH_RXN	Par RX – (a U1.5) (RD-)
7	sin conexión	sin conexión (NC)
8, SH	GND	Tierra
9	/ETH_LNK_A	Ánodo del LED LINK (R22 330 Ω)
10	/ETH_LINKLED	Cátodo del LED LINK ← U1.25
11	/ETH_ACTLED	Cátodo del LED ACT ← U1.27
12	/ETH_ACT_A	Ánodo del LED ACT (R10 330 Ω)

J10 — USB-C del MCU (DFU y consola) (USB-C DFU)

Pin(es)	Red	Función
A1, B1, SH, A12, B12	GND	Tierra (GND / SHIELD)
A4, A9, B4, B9	/DFU_VBUS	VBUS del USB DFU (alimenta /LDO_IN por D16) (VBUS)
A5	/DFU_CC1	CC1: R44 5.1 k a GND (dispositivo) (CC1)
A6, B6	/DFU_DP	USB D+ del MCU (D+)
A7, B7	/DFU_DM	USB D– del MCU (D-)
B5	/DFU_CC2	CC2: R45 5.1 k a GND (dispositivo) (CC2)

J11 — Nano-SIM (NanoSIM-JAE-SF72S006)

Pin(es)	Red	Función
C1	/SIMB_VDD	Alimentación de la SIM desde U6.30 (R39 0 Ω, C38 100 nF) (VCC)
C2	/SIMB_RST	SIM reset (por R40 22 Ω) (RST)
C3	/SIMB_CLK	SIM reloj (por R68 22 Ω) (CLK)
C5, SH	GND	Tierra (GND / SHELL)
C6	sin conexión	sin conexión (VPP)
C7	/SIMB_DATA	SIM datos (por R64 22 Ω desde el módem) (IO)
CSW	sin conexión	sin conexión
DSW	sin conexión	sin conexión

J12 — Paquete de batería 1S4P con NTC (BATT-1S4P+NTC)

Pin(es)	Red	Función
1	/BAT_PLUS	Positivo del paquete 1S4P
2	GND	Tierra
3	/NTC	NTC del paquete (al pin NTC del LTC4040 y a PC5)

J13 — Antena GNSS (multibanda) (UFL-GNSS)

Pin(es)	Red	Función
1	/RF_ANT_GNSS	Antena GNSS (U.FL, 50 Ω, con alimentación de antena /ANT_BIAS por L6) (SIG)
2, 3	GND	Tierra (GND)

J14 — RS-232 del cliente (RS232_OUT)

Pin(es)	Red	Función
1	/RS232_TX	RS-232 TX (salida del TRS3232E)
2	/RS232_RX	RS-232 RX (entrada del TRS3232E)
3	GND	Tierra

J15 — RS-485 del cliente (RS485_OUT)

Pin(es)	Red	Función
1	/RS485_A	RS-485 A (+)
2	/RS485_B	RS-485 B (–)
3	GND	Tierra

J16 — USB-C del módem (actualización y diagnóstico) (USB-C)

Pin(es)	Red	Función
A1, B1, SH, A12, B12	GND	Tierra (GND / SHIELD)
A4, A9, B4, B9	/USB_VBUS	VBUS del USB del módem (a U6.24 y U24) (VBUS)
A5	/USB_CC1	CC1: R110 5.1 k a GND (dispositivo) (CC1)
A6, B6	/USB_DP	USB D+ del módem (por U24) (D+)
A7, B7	/USB_DM	USB D– del módem (por U24) (D-)
B5	/USB_CC2	CC2: R111 5.1 k a GND (dispositivo) (CC2)

J17 — UART-B TTL 3.3 V (TTL_UARTB)

Pin(es)	Red	Función
1	/3V3	3.3 V (salida para el accesorio)
2	/SER_TXB	UART-B TX, 3.3 V (TTL)
3	/SER_RXB	UART-B RX, 3.3 V (TTL, R73 1 k en serie)
4	GND	Tierra

J18 — LED RGB externo (ánodo común) (RGB_LED_EXT)

Pin(es)	Red	Función
1	/3V3	3.3 V (salida para el accesorio)
2	/RGBR_K	Cátodo rojo (R88 120 Ω ← U21.P4)
3	/RGBG_K	Cátodo verde (R89 120 Ω ← U21.P5)
4	/RGBB_K	Cátodo azul (R90 120 Ω ← U21.P6)

J19 — Alimentación del vehículo e ignición (arnés GX16-5) (GX16-5)

Pin(es)	Red	Función
1	/24V_IN	Entrada del vehículo (9–32 V nominal), antes del fusible F2
2, 4	GND	Tierra
3	/IGN_IN	Ignición cruda del vehículo (TVS D31; R112 22 k)
5	sin conexión	sin conexión

8. Esquemático

El esquemático de la v6 es **una sola hoja A1** (841 × 594 mm), con los bloques marcados en el dibujo:

- T: entrada del vehículo;
- N: Ethernet;
- M: puertos serie;
- O: expansor I/O;
- P: MCU;
- U: acelerómetro.

Para verlo completo, con zoom, está el PDF del esquemático. Abajo va la hoja entera y la misma hoja en seis partes, cada una con las piezas principales que contiene.

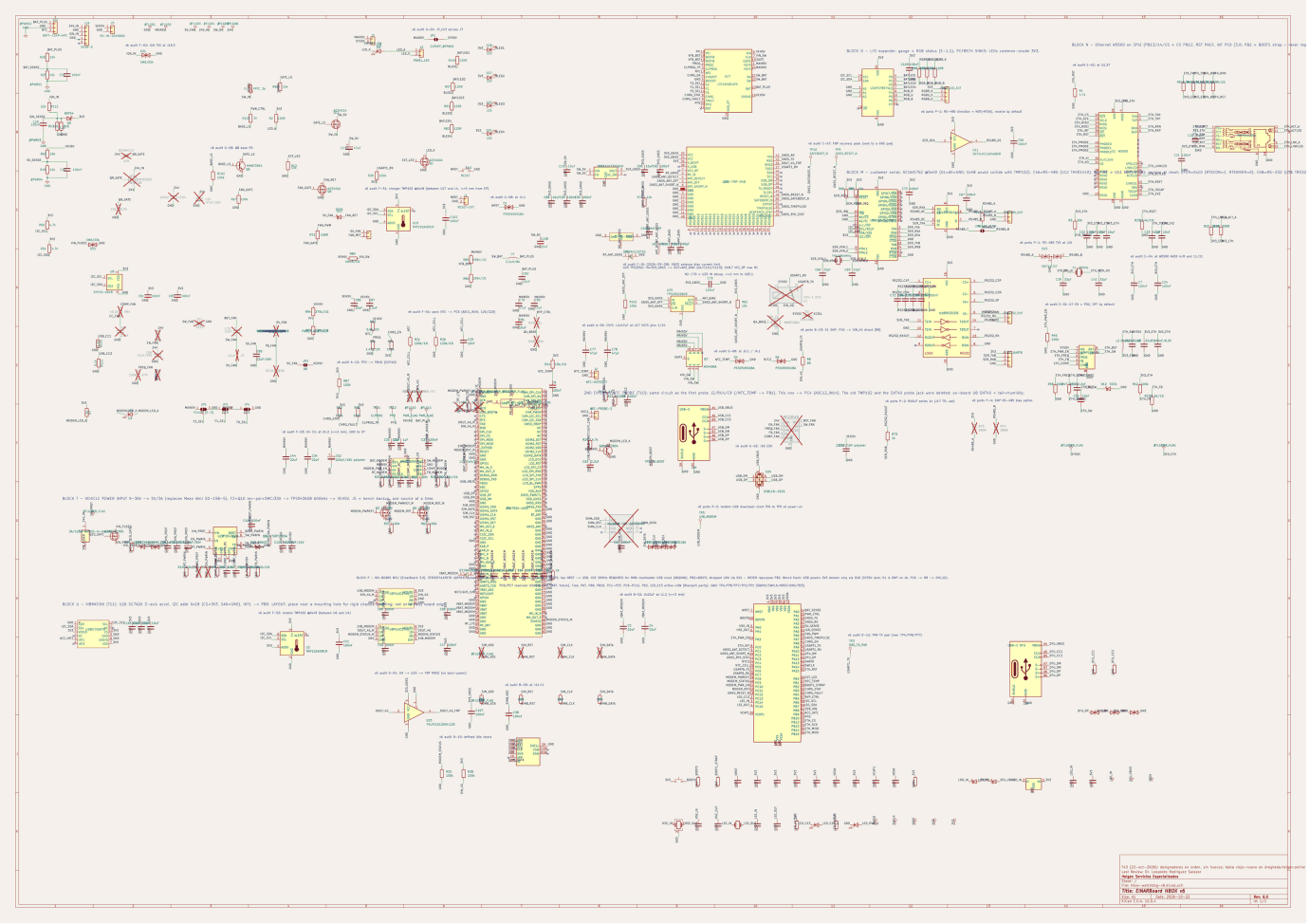


Figura 8.1. La hoja completa (A1). Clic para abrirla en grande; para leerla con detalle, el PDF.

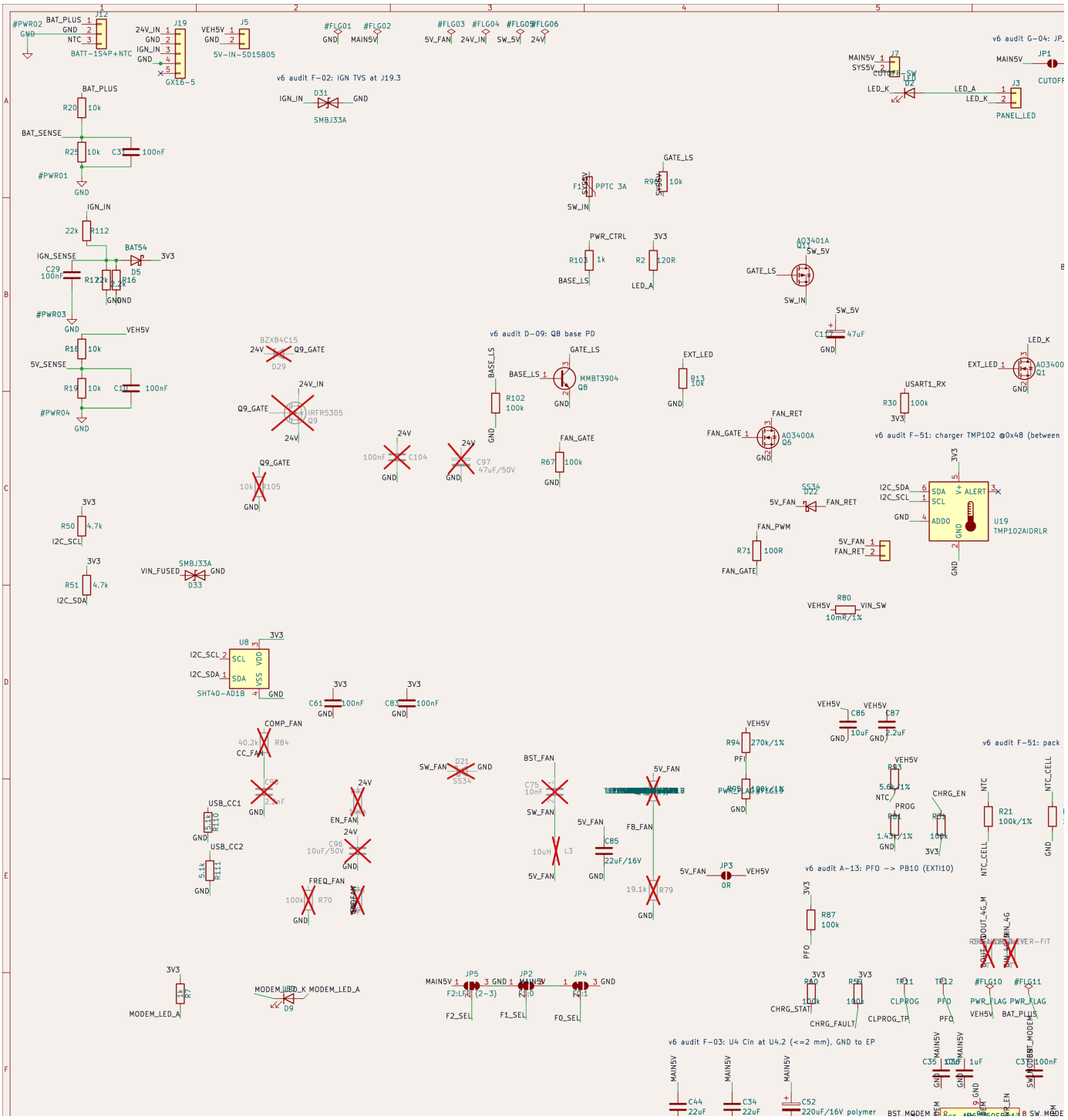


Figura 8.2. Parte 1 (arriba a la izquierda): conectores de entrada J19, J5, J12 y J7; las mediciones de ignición, 5 V y batería; el riel del GNSS (F1, Q8, Q11); el ventilador (J6, Q6) con la rama de 24 V sin montar (Q9, L3); el LED de panel (J3, Q1); U8 (SHT40) y U19 (TMP102 del cargador).

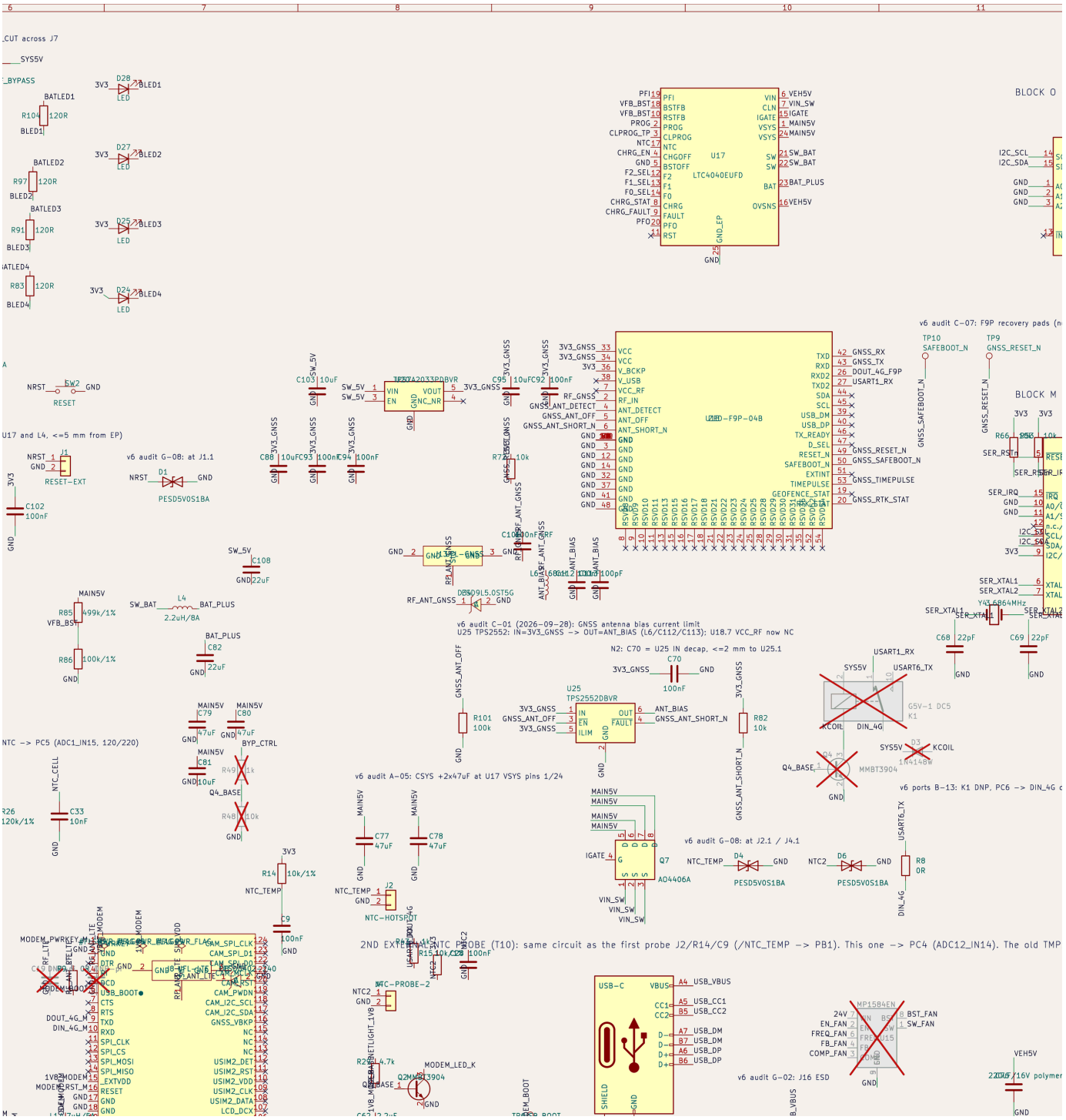


Figura 8.3. Parte 2 (arriba, centro): el cargador U17 con Q7, R80 y L4; el GNSS U18 con U20, U25, L6 y J13; la antena LTE J8; el USB del módem J16; K1 (sin montar); el reset (SW2, J1); las NTC externas J2 y J4; el cristal Y4 del SC16IS752.

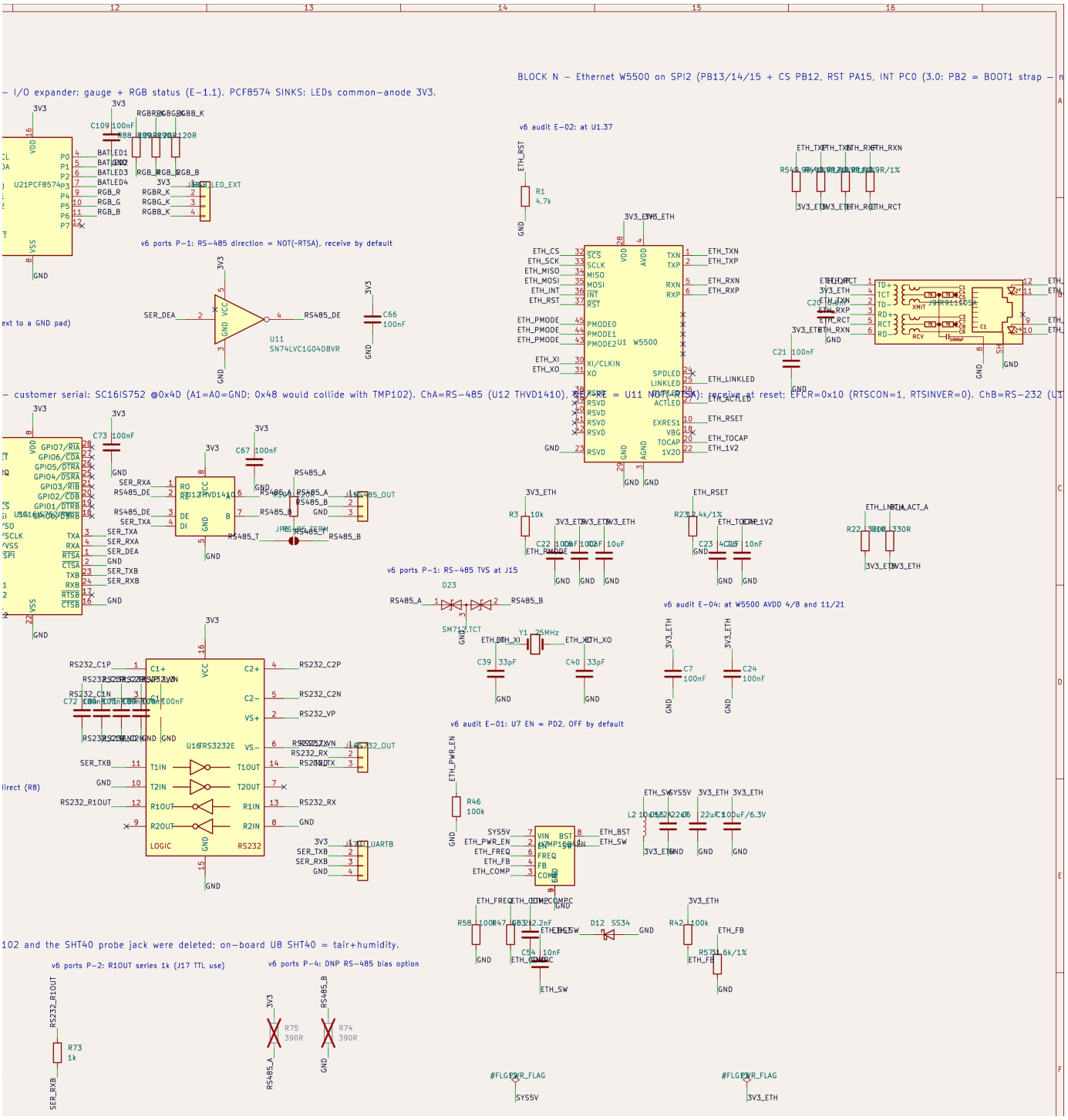


Figura 8.4. Parte 3 (arriba a la derecha): Ethernet (U1, Y1, J9, U7, L2); los puertos serie (U14; U12 con U11 → J15; U16 → J14; J17); el expansor U21 con el RGB J18.

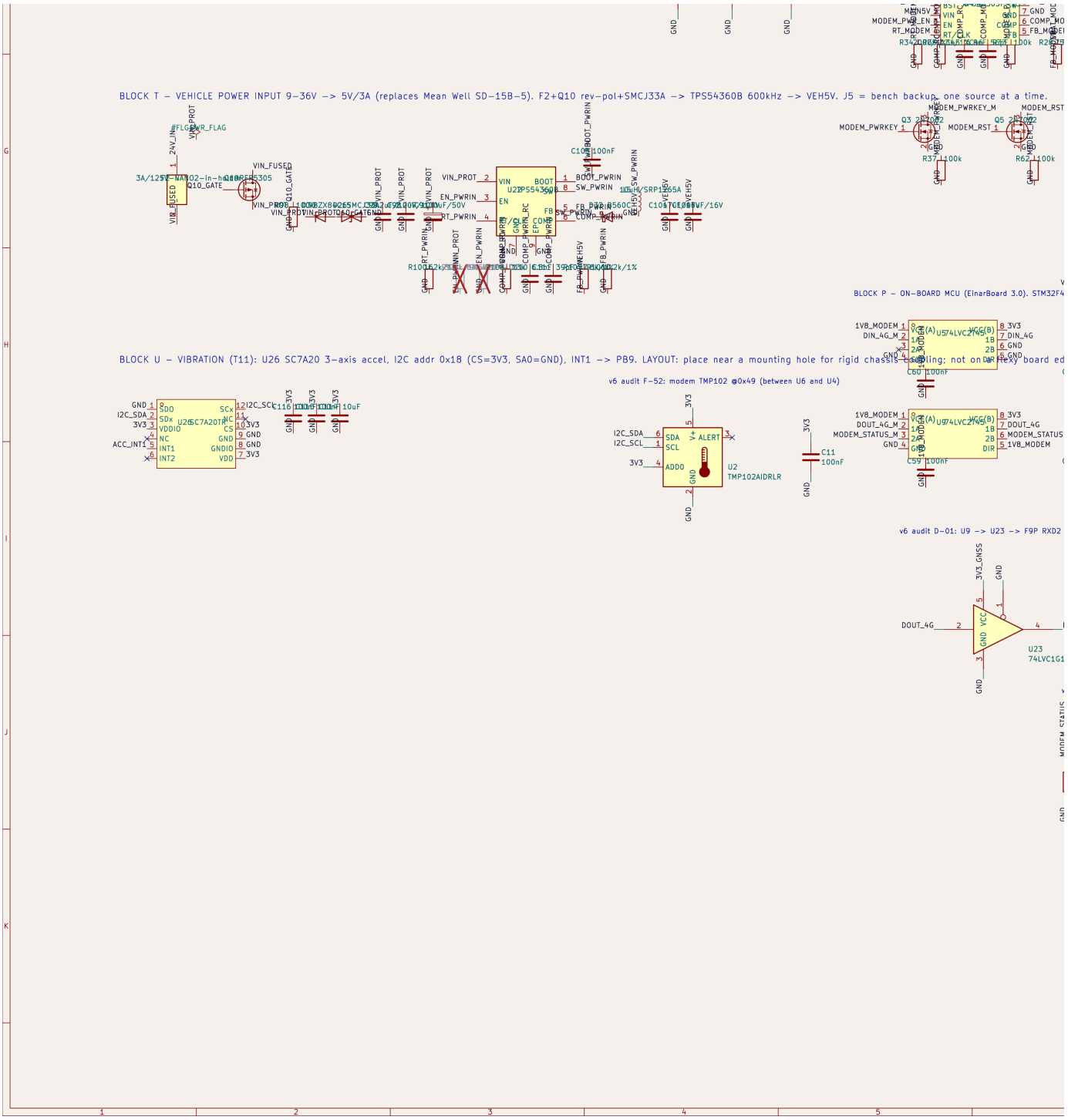


Figura 8.5. Parte 4 (abajo a la izquierda): la fuente del vehículo (F2, Q10, U22, L5, D32); la fuente del módem U4; los traductores U5/U9; PWRKEY y RESET del módem (Q3, Q5); el buffer U23 hacia el F9P; U2 (TMP102 del módem) y el acelerómetro U26.

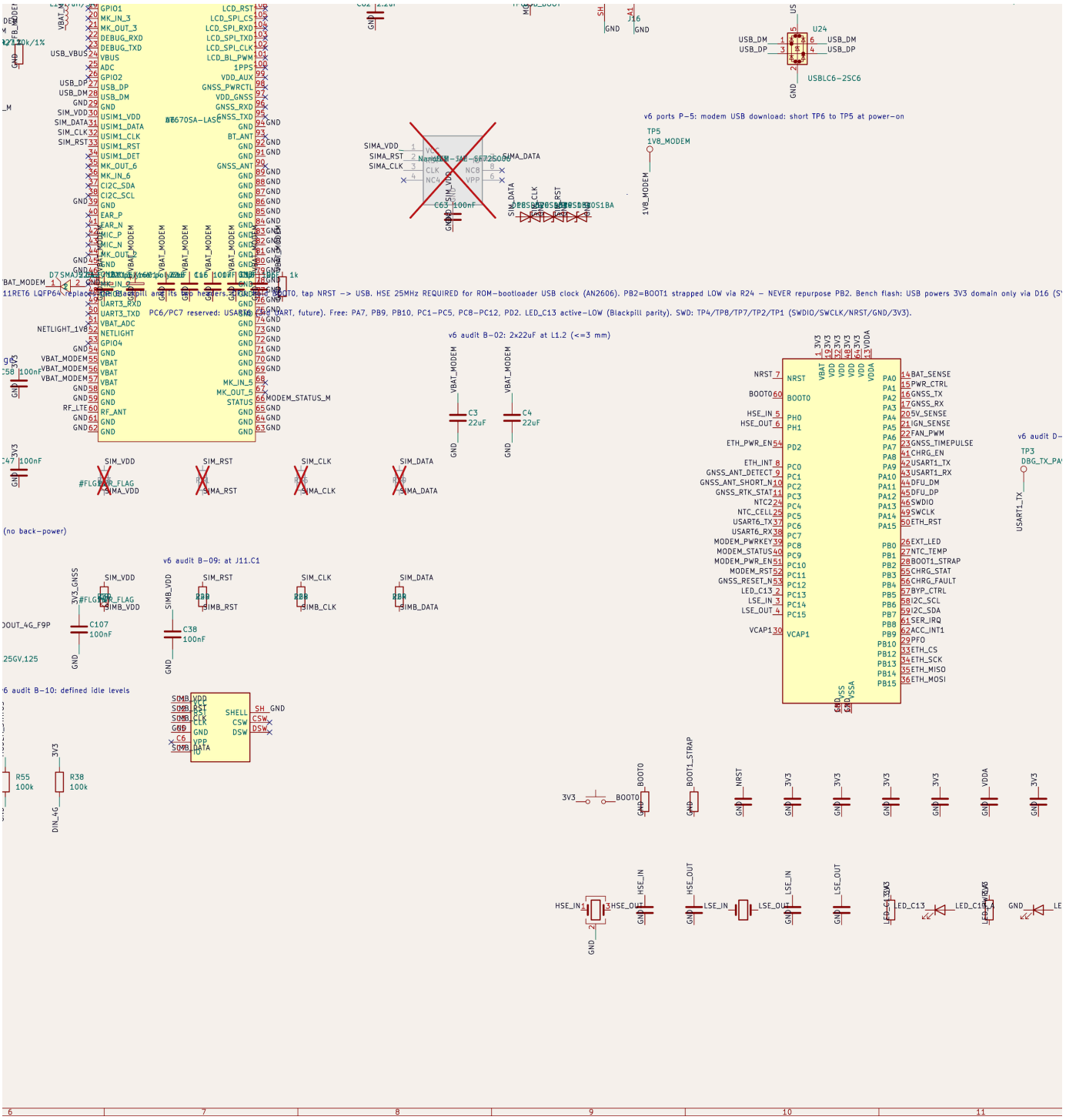


Figura 8.6. Parte 5 (abajo, centro): el módem U6 con L1; la nano-SIM J11 (eSIM U13 sin montar); el ESD del USB U24; el MCU U3 con Y2, Y3 y BOOT0 (SW1).

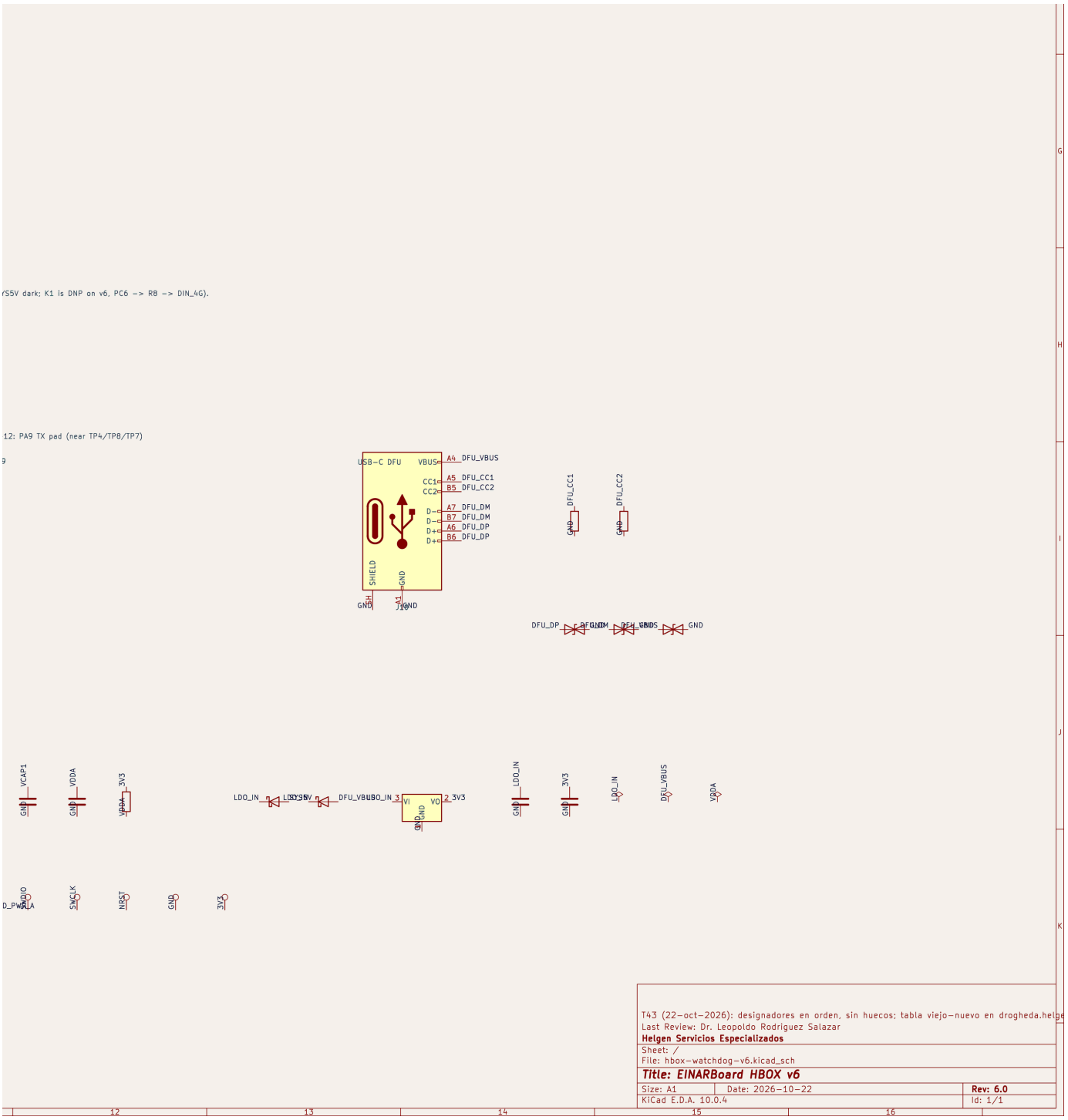


Figura 8.7. Parte 6 (abajo a la derecha): el USB-C del MCU J10, el LDO U10 y el cajetín.

9. PCB

9.1 Stack-up y capas

Capa	Tipo	Espesor	Material / εr
F.Mask	Top Solder Mask	0.01 mm	—
F.Cu	copper	0.035 mm	cobre
dielectric 1	prepreg	0.2104 mm	7628, εr 4.4
In1.Cu	copper	0.035 mm	cobre
dielectric 2	core	1.065 mm	FR4, εr 4.6
In2.Cu	copper	0.035 mm	cobre
dielectric 3	prepreg	0.2104 mm	7628, εr 4.4
B.Cu	copper	0.035 mm	cobre
B.Mask	Bottom Solder Mask	0.01 mm	—
Total		**1.65 mm**	acabado ENIG

Capa	Zona	Qué es
F.Cu	`GND`	vaciado de GND en la cara superior
F.Cu, B.Cu, In1.Cu, In2.Cu	keep-out «MAGJACK_NO_POUR»	sin vaciados bajo el RJ45 con magnéticos (J9)
B.Cu	`/3V3`	plano de /3V3 en la cara inferior (prioridad 1)
In1.Cu	`GND`	plano de GND, referencia de las líneas de RF y de los pares (prioridad 3)
In2.Cu	`GND`	plano de GND (prioridad 2)

Vías: 293 en total, 119 de ellas de GND: 267 de 0.8/0.3 mm y 26 de 0.6/0.3 mm. La meta del plan es ≥ 400 vías de GND (bloqueante 7, §13).

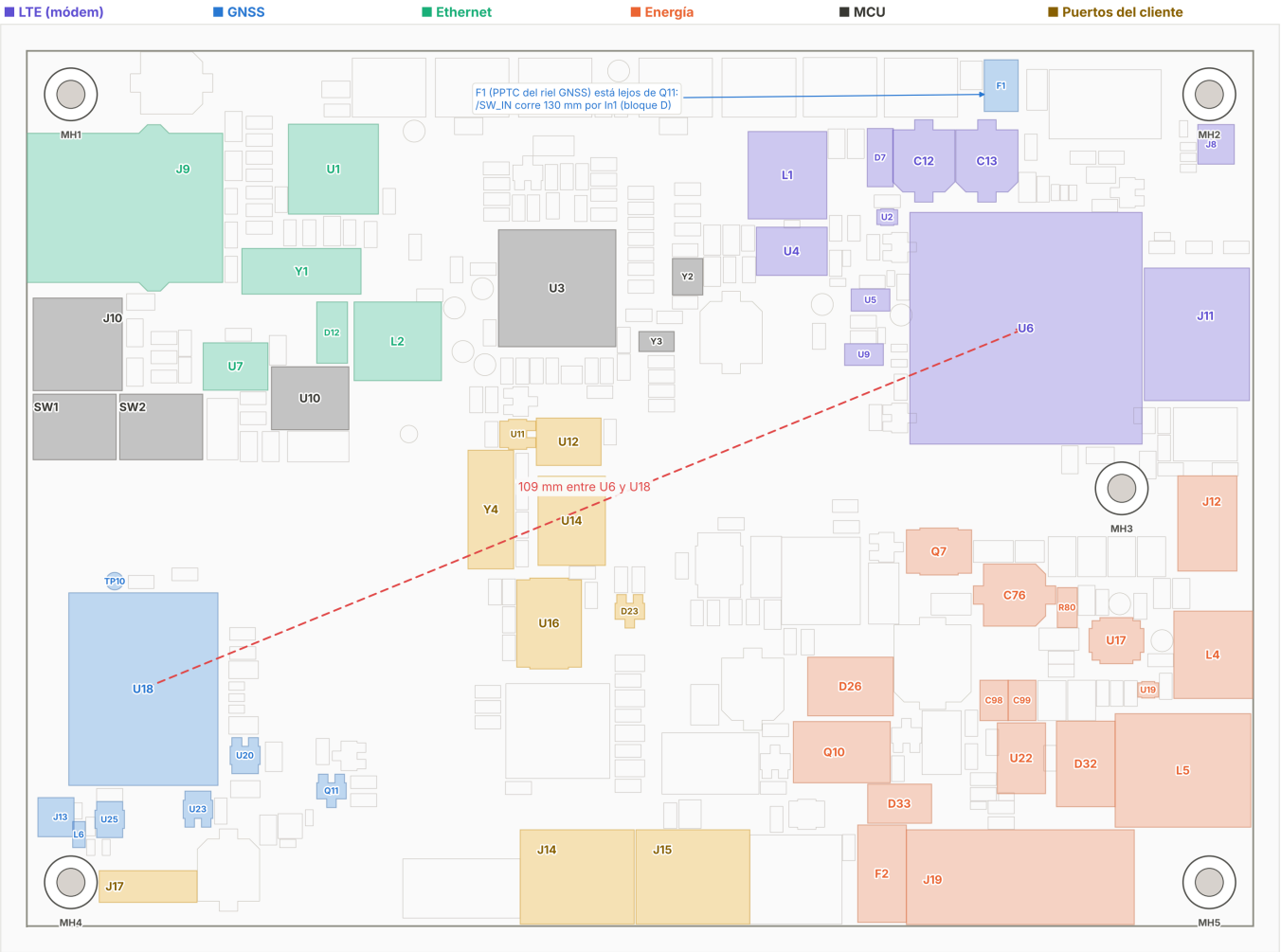
Pistas por capa. In1 debería ser un plano de GND sin cortes: es la referencia de las líneas de RF, de los pares diferenciales y de los nodos de conmutación. Lo que hoy va por In1 se saca en los bloques H1 y T29a (§13.2).

Capa	Tramos	Pistas (mm)	Redes con más pista en la capa
F.Cu	1986	4630	`/3V3` 476 · `GND` 360 · `/I2C_SCL` 130 · `/RS485_B` 115 · `/MAIN5V` 106 · `/GNSS_RTK_STAT` 103
In1.Cu	231	1596	`/SW_IN` 130 · `/I2C_SDA` 110 · `/DOUT_4G` 95 · `/KCOIL` 83 · `/SER_RXB` 76 · `/CHRG_FAULT` 76
In2.Cu	120	1155	`/SYS5V` 96 · `/IGN_SENSE` 93 · `/GNSS_ANT_SHORT_N` 88 · `/GNSS_ANT_DETECT` 86 · `/USART1_RX` 79 · `/I2C_SCL` 74
B.Cu	62	466	`/5V_FAN` 73 · `/PFO` 68 · `/FAN_RET` 61 · `/MODEM_RST` 41 · `/I2C_SDA` 38 · `/I2C_SCL` 32

9.2 Distribución por islas

EinarBoard v6 — islas funcionales (vista superior)

Courtyards de todas las piezas en gris; las piezas clave de cada isla en color. Barrenos M3 en blanco. Designadores de T43; posiciones del PCB del 22-oct.



La tarjeta está organizada por islas, cada una con su tierra cosida al plano de In1 (plan de cobre y colocación):

- **Noreste, LTE:** U6, U4, L1, C12/C13, J8, J11, U5/U9 y U2.
- **Suroeste, GNSS:** U18, U20, U25, L6, J13 y U23. Q11 queda al centro, y **F1 está lejos, arriba**: `/SW_IN` corre 130 mm por In1. El bloque D del plan lleva F1 junto a Q11.
- **Noroeste, Ethernet:** U1, Y1, J9, U7, L2 y D12.
- **Sureste, entrada de energía y respaldo:** J19, F2, Q10, D26, D33, U22, L5, D32, R80, Q7, U17, L4 y J12.
- **Centro-norte, MCU:** U3 con Y2 y Y3; al oeste, J10 (USB del MCU), SW1 (BOOT0) y SW2 (RESET).
- **Centro y sur, puertos del cliente:** U14, U12 y U16 hacia J14 y J15; J17 en la esquina suroeste.
- **Orilla sur:** J16 (USB del módem), entre J15 y J19.

El módem y el GNSS quedaron en extremos opuestos (108.9 mm entre los centros de U6 y U18), para que el transmisor LTE afecte lo menos posible al receptor GNSS. La prueba G3 del banco mide cuánto baja el C/N0 del F9P cuando el módem transmite; la meta es ≤ 3 dB.

9.3 Capas de cobre

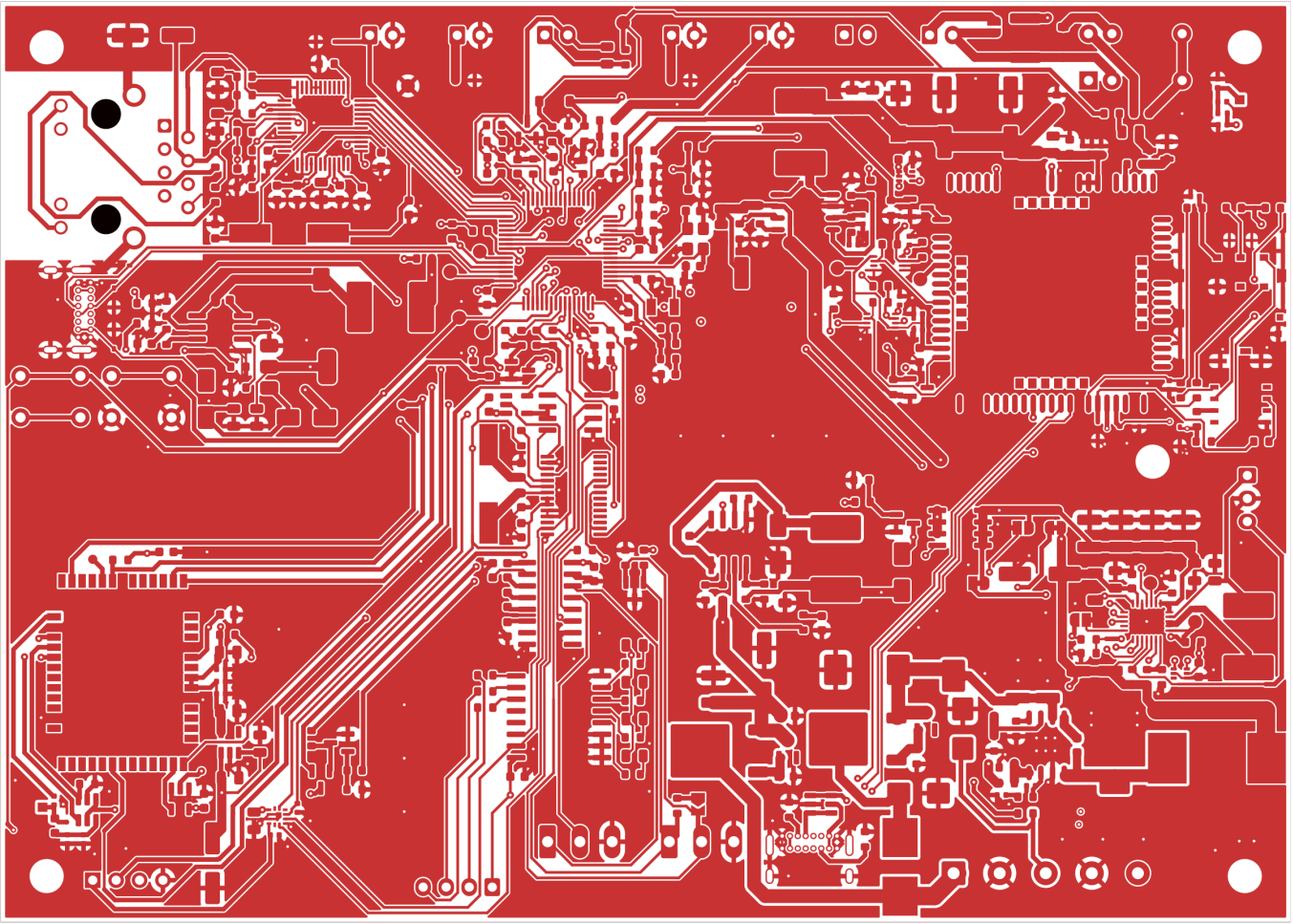


Figura 9.1. F.Cu (cara superior): vaciado de GND, pistas y pads. Aquí van casi todas las señales y la potencia.

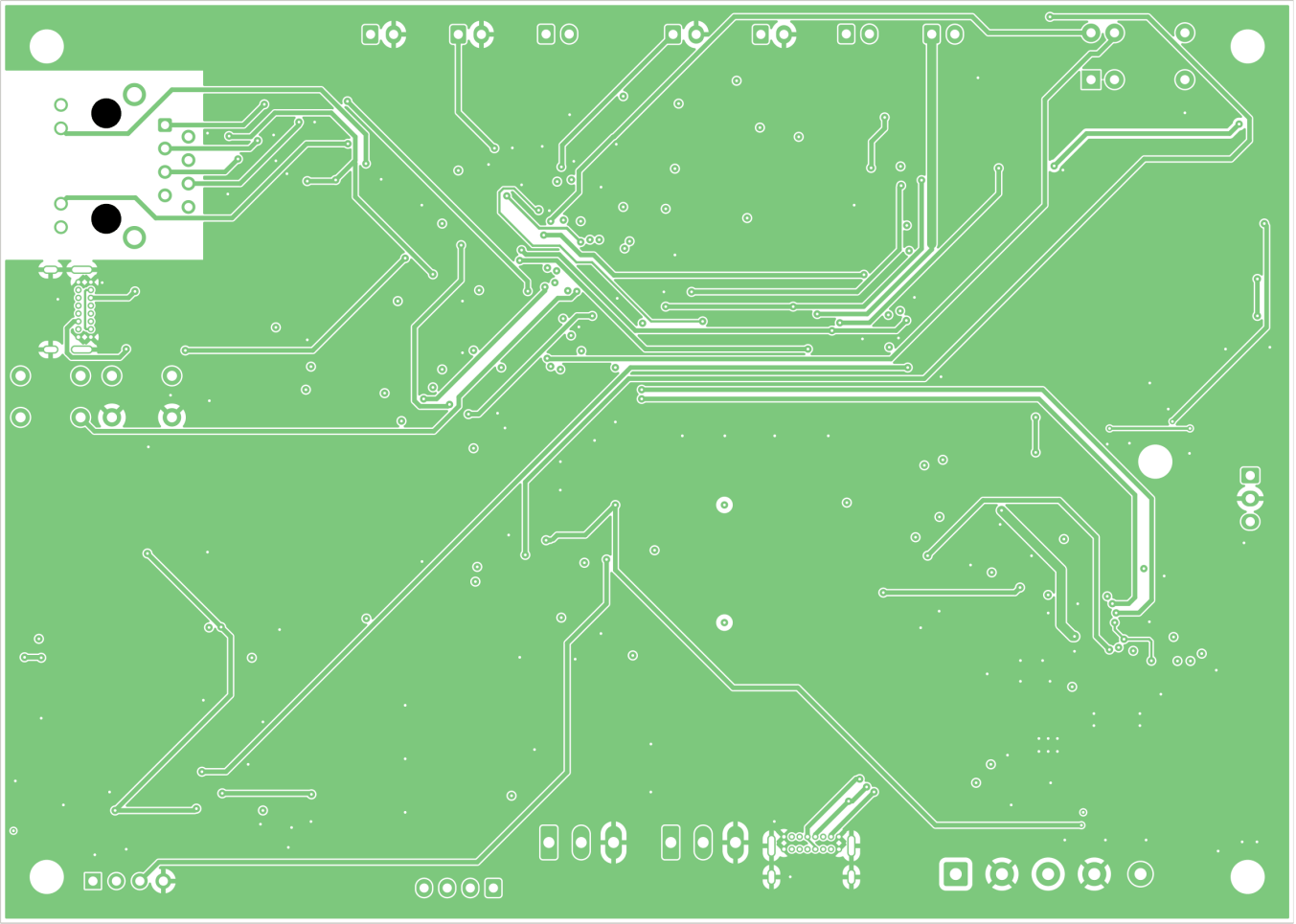


Figura 9.2. In1.Cu: plano de GND. Los cortes blancos son las pistas que todavía pasan por esta capa (1 596 mm; bloqueante 7 y bloque H1).

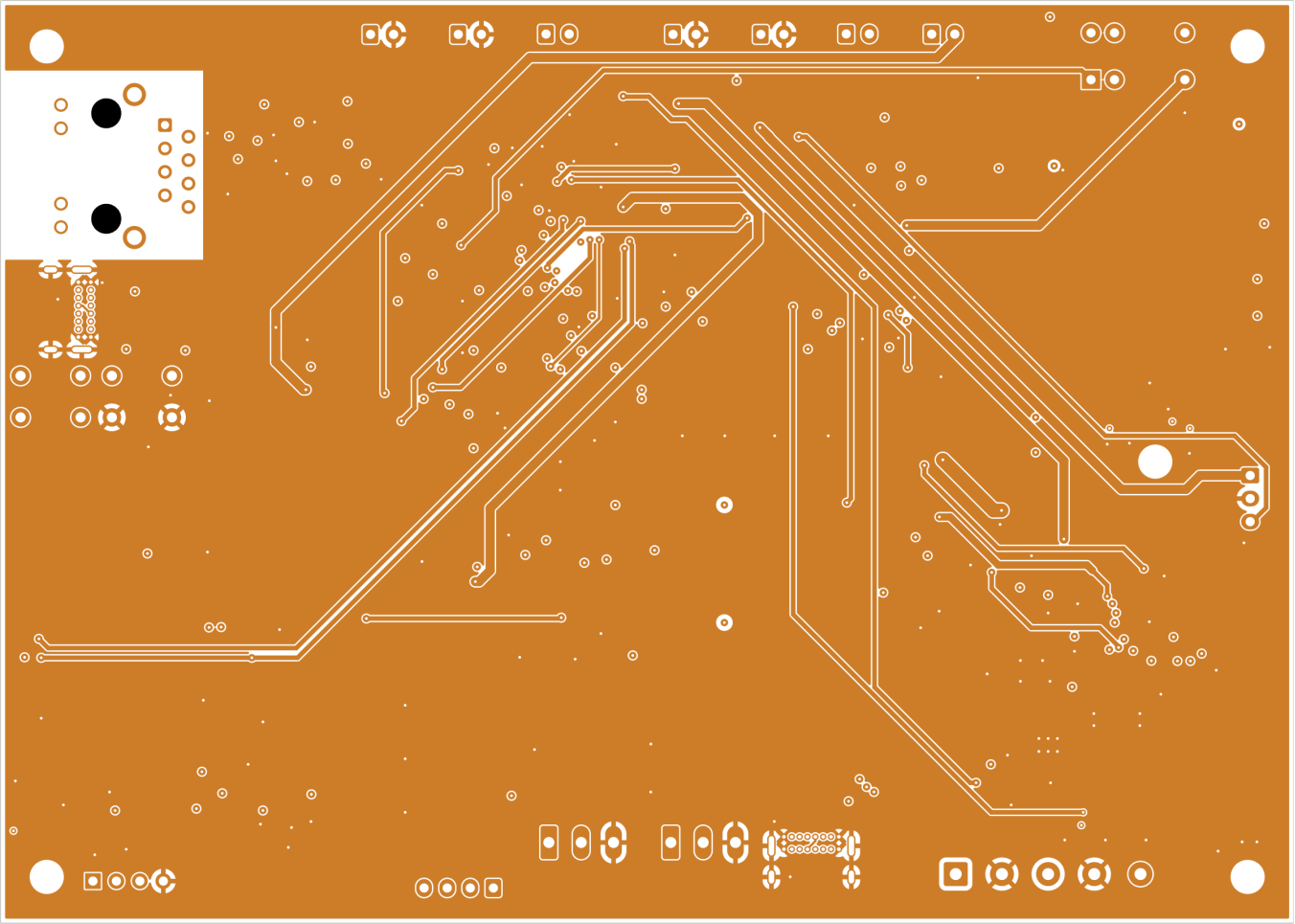


Figura 9.3. In2.Cu: plano de GND con 1 155 mm de pistas (/SYS5V, /IGN_SENSE y señales del GNSS, entre otras).

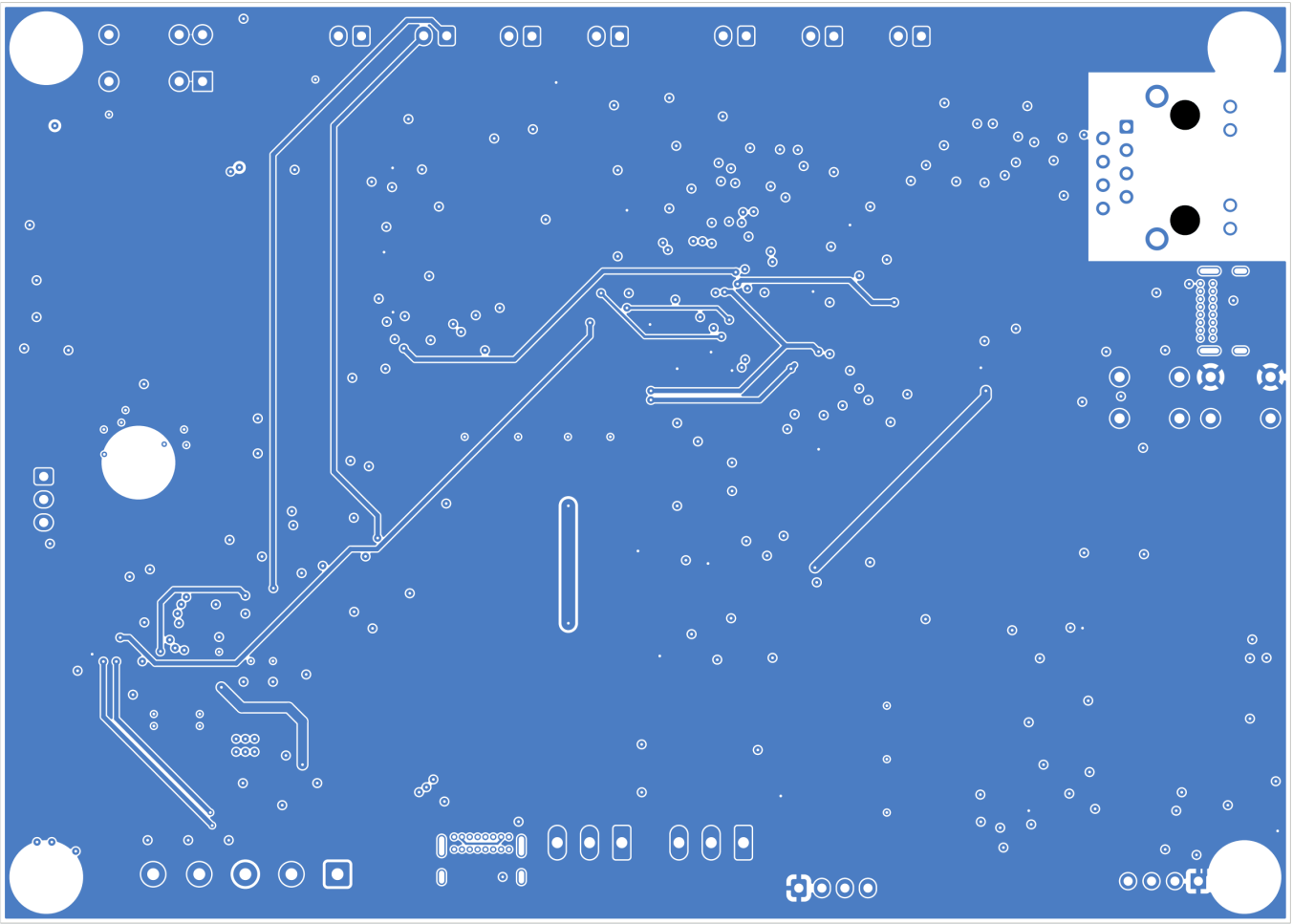


Figura 9.4. B.Cu (cara inferior, vista desde abajo, en espejo): plano de /3V3 con pocas pistas. A 4 mm del centro de cada barreno solo hay GND (regla T38).

9.4 Serigrafía y plano de ensamble

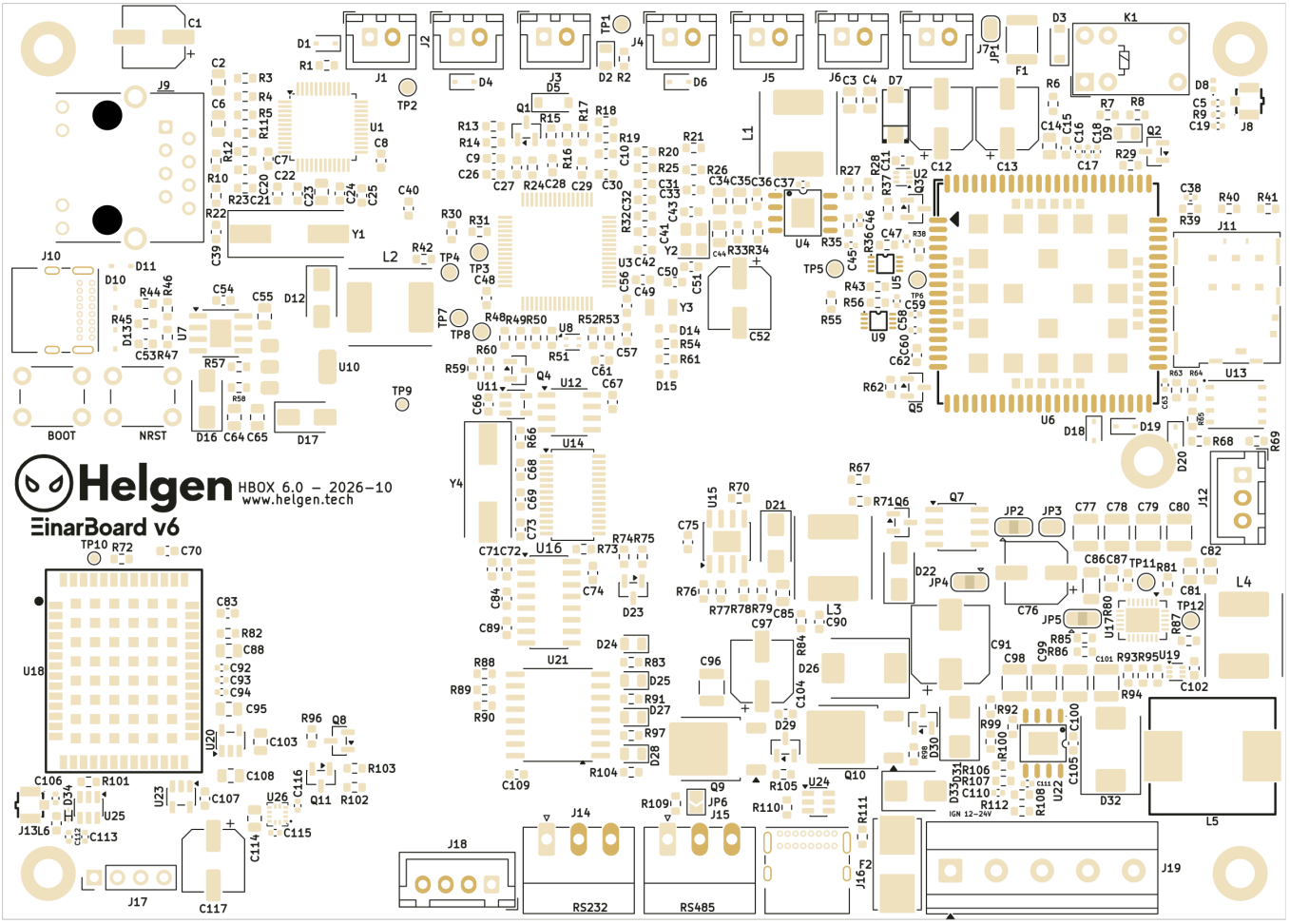


Figura 9.5. Serigrafía superior (negro) con las aberturas de máscara (dorado).

Serigrafía con T44 (22-oct, `bd27501`). De los 350 designadores visibles, 81 crecieron en su lugar a 0.8 mm con trazo de 0.15 mm, 253 se recolocaron por script junto a su pieza y 4 ya cumplían. **12 no caben** y siguen de 0.5 mm: C44, C63, C101, C111, C112, R38, R58, R63, R64, R65, R98 y TP6. Tampoco cabe el texto «IGN 12-24V». La lista, con lo que habría que mover para cada uno, está en el documento de T44. La regla del `.kicad_dru` ya pide 0.8/0.15 en las dos caras, así que el DRC los marca. La cara inferior no lleva serigrafía ni piezas, solo los pines de inserción. El plano de ensamble con todos los designadores es el mapa de T43 del §9.6.

9.5 Vistas 3D

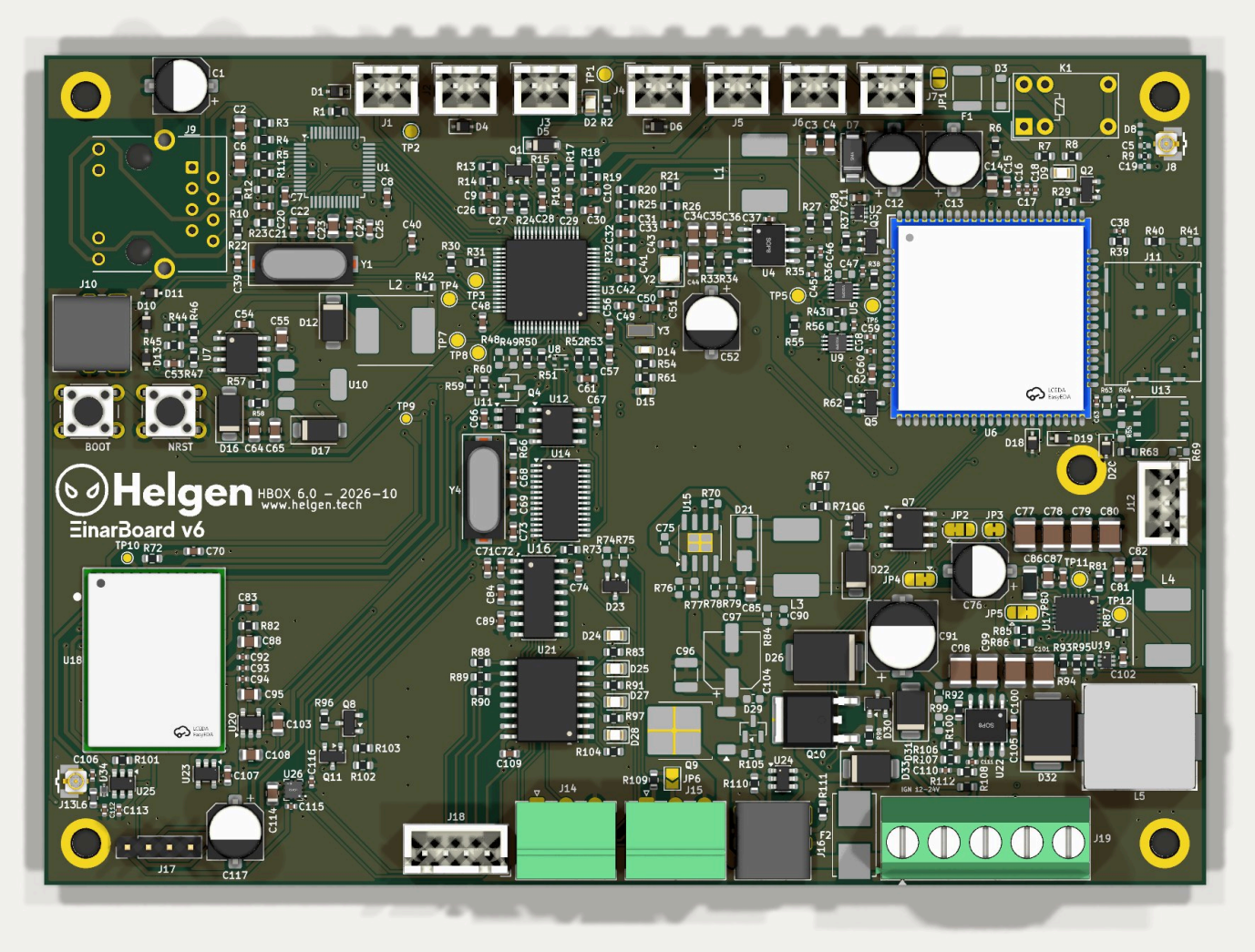


Figura 9.6. Vista 3D desde arriba (kicad-cli). U6 y U18 llevan modelos genéricos; J9 no tiene modelo.

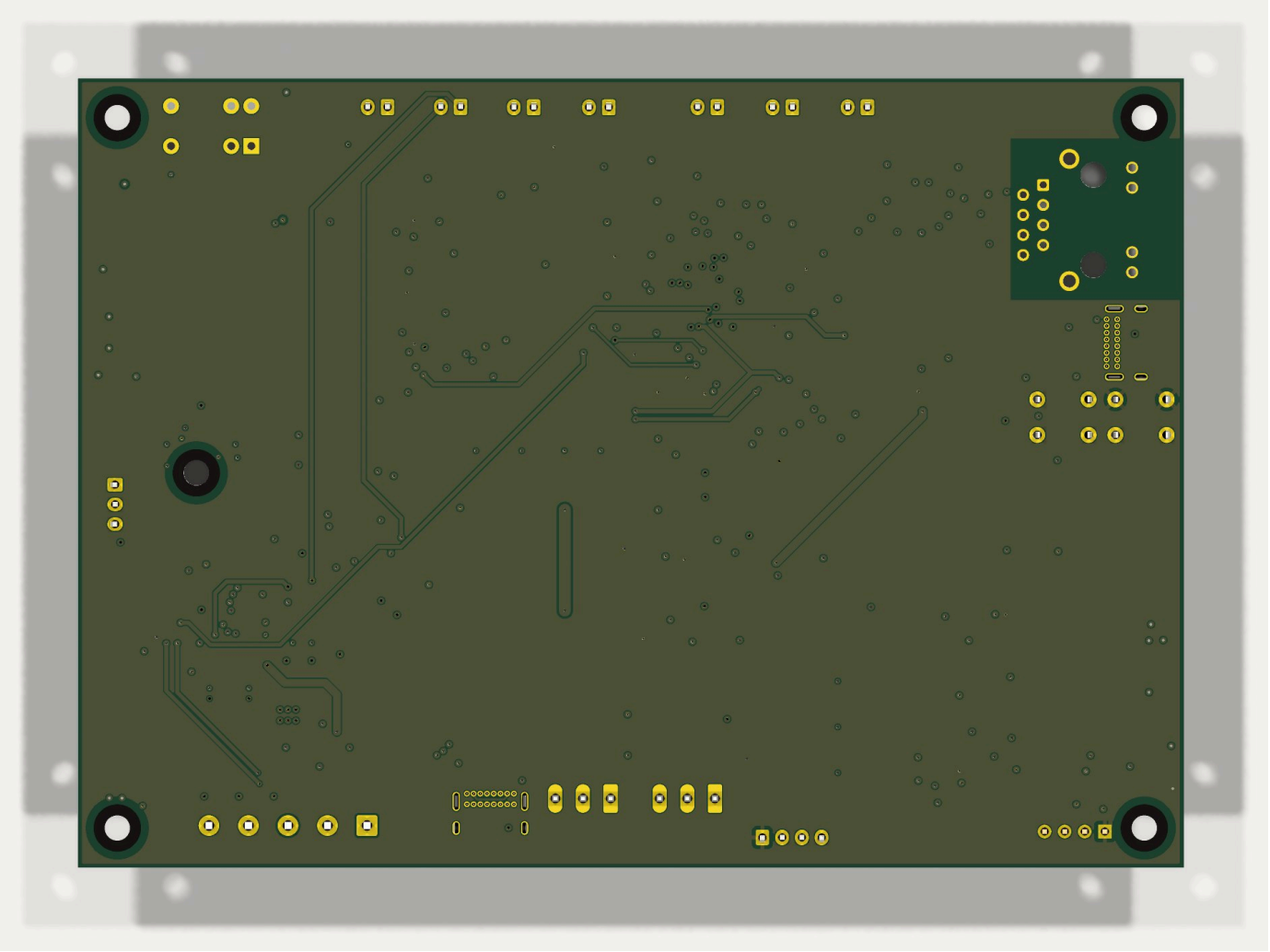


Figura 9.7. Vista 3D desde abajo: solo los pines de inserción y el plano /3V3.

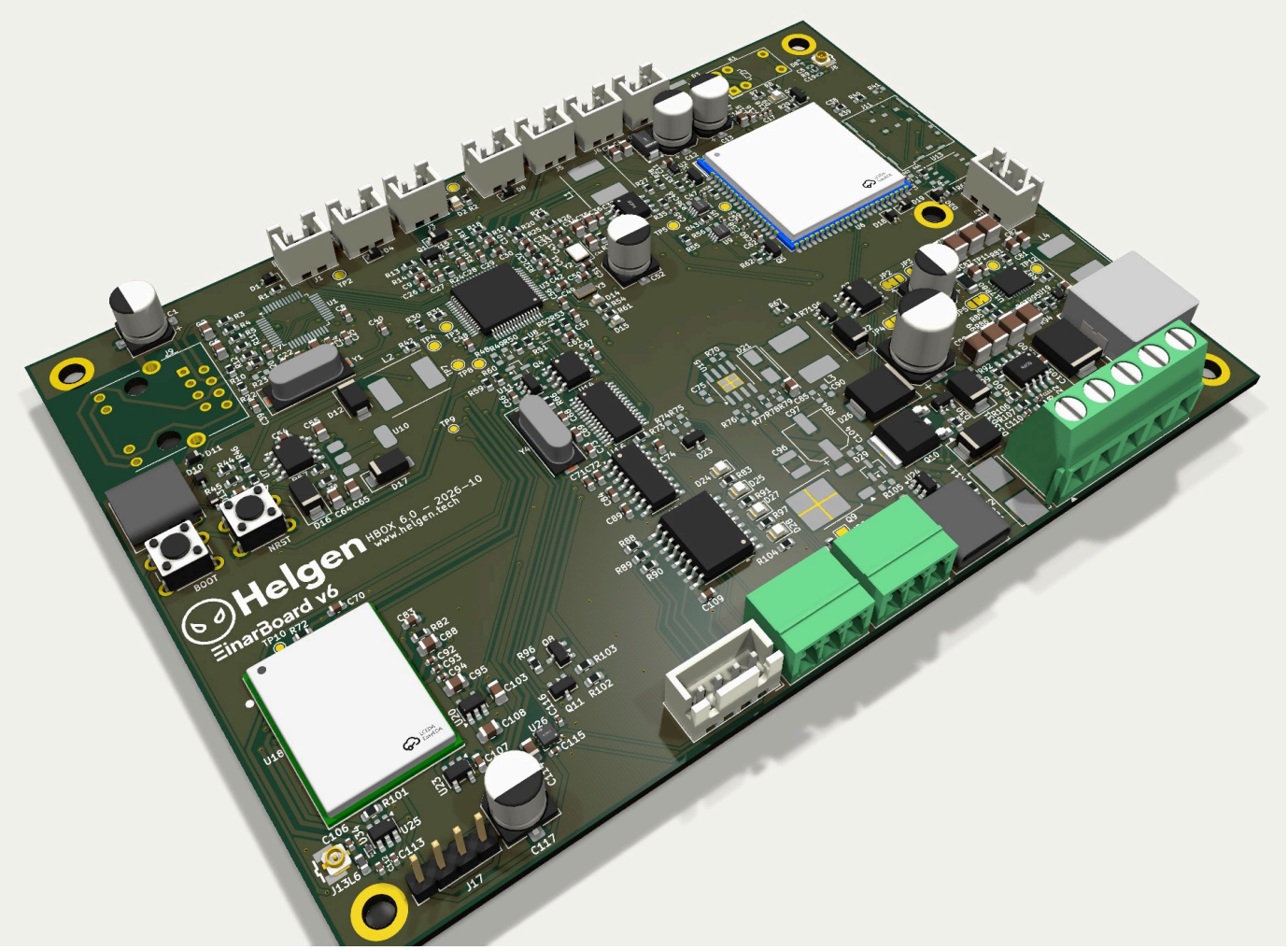


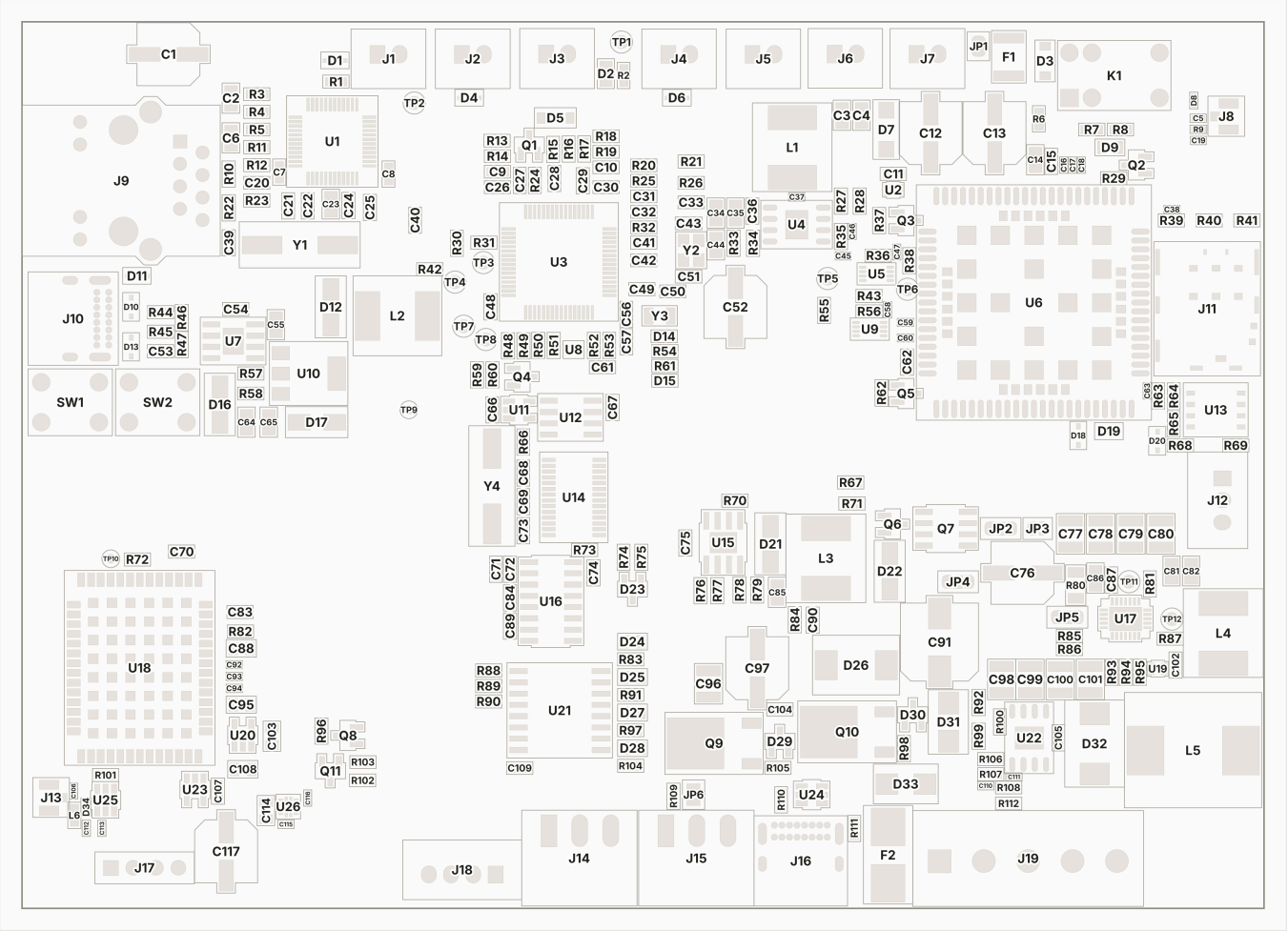
Figura 9.8. Vista isométrica.

9.6 Mapa de designadores (T43)

v6 — designadores nuevos (T43, 22-oct-2026)

Ordenados por la posición en la v6: renglones de 5 mm de arriba abajo; cada renglón, de izquierda a derecha. Sin huecos.

C1–C117 · R1–R112 · D1–D34 · J1–J19 · U1–U26 · L1–L6 · Q1–Q11 · F1–F2 · JP1–JP6 · K1 · MH1–MH5 · SW1–SW2 · TP1–TP12 · Y1–Y4 · tabla viejo → nuevo en drogheda.helgen.online



10. Puntos de prueba

TP	Red	Para qué	Valor esperado	Posición (x, y) mm
TP1	`/3V3`	3.3 V del MCU y la lógica	3.30 V (3.23–3.37)	(127.75, 42.62)
TP2	`GND`	Tierra de referencia para las demás mediciones	0 V	(104.40, 49.50)
TP3	`/USART1_TX`	TX de depuración del MCU (PA9, USART1)	UART 3.3 V; en reposo ≈ 3.3 V	(112.20, 67.50)
TP4	`/SWDIO`	SWD datos (programador ST-LINK)	—	(109.00, 69.70)
TP5	`/1V8_MODEM`	VDD_EXT del módem (1.8 V); se puentea a TP6 para el arranque por USB	1.80 V con el módem encendido; 0 V apagado	(151.00, 69.30)
TP6	`/MODEM_BOOT`	USB_BOOT del módem: puentear a TP5 al encenderlo para entrar al modo de descarga	abierto en operación	(160.00, 70.50)
TP7	`/NRST`	Reset del MCU	≈ 3.3 V; 0 V = en reset	(109.97, 74.67)
TP8	`/SWCLK`	SWD reloj (programador ST-LINK)	—	(112.47, 76.17)
TP9	`/GNSS_RESET_N`	RESET_N del F9P (recuperación)	3.3 V con el F9P encendido; a GND = reset	(103.80, 84.10)
TP10	`/GNSS_SAFEBOOT_N`	SAFEBOOT_N del F9P: a GND al encender = modo seguro (recuperación del firmware del F9P)	abierto en operación	(70.20, 100.90)
TP11	`/CLPROG_TP`	CLPROG del LTC4040: voltaje proporcional a la corriente de entrada	(V_TP11 / 32) / V_R80 ≈ 1.0 si el sensado Kelvin está bien	(184.96, 103.49)
TP12	`/PFO`	PFO del LTC4040 (salida de falla de alimentación)	3.3 V con /VEH5V presente; 0 V en respaldo	(189.80, 107.70)

Notas:

- **Fila de depuración.** TP4 (SWDIO), TP8 (SWCLK), TP7 (NRST), TP2 (GND), TP1 (3V3) y TP3 (TX de PA9) van a quedar en línea recta a 2.54 mm en el bloque H2 (L-56). Las posiciones de arriba son las de hoy.
- **Modo de descarga del módem.** Puentear TP6 con TP5 al encenderlo. El plan pide TP5 a 2.54 mm de TP6, para hacerlo con unas pinzas.

11. BOM resumen

Todavía no hay paquete de fabricación de la v6. Gerber, BOM y CPL los genera Claude con Fabrication Toolkit en G1, después de la re-auditoría final. Los números de abajo salen del esquemático. Lo que monta JLC excluye las piezas sin montar (DNP) y las que están fuera del BOM (puentes de soldadura y puntos de prueba).

Familia	Colocadas	Partidas (LCSC distintos)
Capacitores (C)	110	30
Resistencias (R)	93	37
Diodos, TVS y LEDs (D)	31	14
Circuitos integrados y módulos (U)	24	22
Conectores (J)	19	19
Transistores (Q)	9	6
Inductores (L)	5	5
Cristales (Y)	4	4
Fusibles (F)	2	2
Botones (SW)	2	2
Total	**299**	**141**

Piezas críticas:

Ref	Pieza	Función	Encapsulado	LCSC	Notas de ensamble
U3	STM32F411RET6	MCU	LQFP-64_10x10mm_P0.5mm	C94355	revisar rotación en el visor de JLC
U6	A7670SA-LASC	Módem LTE Cat 1 (A7670SA)	LGA-124_L24.0-W24.0-P1.0-A7670C-LASS	C18548276	LGA-124: rayos X
U18	ZED-F9P-04B	GNSS RTK multibanda	LCC-LGA-102_L22.0-W17.0_FM660	C5120257	LGA: rayos X
U17	LTC4040EUFD	Cargador / respaldo de batería	QFN-24-1EP_4x5mm_P0.5mm_EP2.65x3.65mm	C687163	QFN 0.5 mm con EP: pasta al 50 %, vías rellenas y tapadas, rayos X
U22	TPS54360B	Fuente 5 V del vehículo (60 V)	SO-8_L4.9-W3.9-P1.27-LS6.0-BL-EP	C524806	
U4	AP64350SP-13	Fuente 3.8 V del módem	SO-8_L4.9-W3.9-P1.27-LS6.0-BL-EP	C2071691	
U7	MP1584EN	Fuente 3.3 V de Ethernet	SOIC-8-1EP_3.9x4.9mm_P1.27mm_EP2.29x3mm	C15051	
U10	TLV1117LV33DCYR	LDO 3.3 V del MCU	SOT-223-3_TabPin2	C15578	
U20	TPS7A2033PDBVR	LDO 3.3 V del GNSS	SOT-23-5	C2862740	pre-orden en JLC
U25	TPS2552DBVR	Limitador de la alimentación de antena GNSS	SOT-23-6	C46506	
U1	W5500	Ethernet (SPI)	LQFP-48_7x7mm_P0.5mm	C32843	
U14	SC16IS752IPW	UART doble por I^2C	TSSOP-28_4.4x9.7mm_P0.65mm	C57156	
U12	THVD1410	Transceptor RS-485	SOIC-8_3.9x4.9mm_P1.27mm	C2671345	pre-orden en JLC
U16	TRS3232E	Transceptor RS-232	SOIC-16_3.9x9.9mm_P1.27mm	C308878	
U21	PCF8574	Expansor I/O (LEDs)	SOIC-16W_7.5x10.3mm_P1.27mm	C7605	
U26	SC7A20TR	Acelerómetro	LGA-12_L2.0-W2.0-P0.50-BL	C5126709	
U8	SHT40-AD1B	Temperatura y humedad	Sensirion_DFN-4_1.5x1.5mm_P0.8mm_SHT4x_NoCentralPad	C2848306	
U2	TMP102AIDRLR	Temperatura (zona del módem, 0x49)	SOT-563	C99269	
U19	TMP102AIDRLR	Temperatura (cargador, 0x48)	SOT-563	C99269	
U23	74LVC1G125GV,125	Buffer con Ioff (TXD del módem → F9P)	SOT-23-5	C12518	

Ref	Pieza	Función	Encapsulado	LCSC	Notas de ensamble
U24	USBLC6-2SC6	ESD del USB del módem	SOT-23-6	C7519	
U5	74LVC2T45	Traductor 3.3 → 1.8 V (MCU → módem)	VSSOP-8_L2.1-W2.4-P0.50-LS3.2-BL	C730237	
U9	74LVC2T45	Traductor 1.8 → 3.3 V (módem → MCU)	VSSOP-8_L2.1-W2.4-P0.50-LS3.2-BL	C730237	
U11	SN74LVC1G04DBVR	Inversor DE/RE del RS-485	SOT-23-5	C7827	
Q7	AO4406A	MOSFET de entrada del LTC4040 (IGATE)	SOIC-8_3.9x4.9mm_P1.27mm	C35349	
Q10	IRFR5305	Protección de polaridad (P-MOSFET)	TO-252-2	C2624	
Q11	AO3401A	Interruptor del riel GNSS	SOT-23	C15127	
L5	10uH/SRP1265A	Bobina de U22	IND-SMD_L13.5-W12.5	C840531	
L4	2.2uH/8A	Bobina del cargador	IND-SMD_MWSA0804S	C17700165	
L1	4.7uH/5A	Bobina de U4	IND-SMD_MWSA0804S	C17700167	
D32	B560C	Diodo de rueda libre de U22	D_SMC	C85100	
D26	SMCJ33A	TVS de entrada (después de Q10)	D_SMC	C699039	
D31	SMBJ33A	TVS de la ignición	D_SMB	C224019	
D33	SMBJ33A	TVS después del fusible	D_SMB	C224019	
F2	3A/125V-NANO2-in-holder	Fusible de entrada (portafusibles)	Fuseholder_Littelfuse_Nano2_154x	C206912	
J11	NanoSIM-JAE-SF72S006	Zócalo nano-SIM	JAE_SIM_Card_SF72S006	C2977286	pre-orden en JLC
J9	HR911105A	RJ45 con magnéticos	RJ45_Hanrun_HR911105A_Horizontal	C12074	

Para el pedido (plan, §5.2–5.3):

- **Pre-órdenes en JLC.** Sin ellas no se colocan:
  - THVD1410DR (C2671345, U12);
  - TPS7A2033PDBVR (C2862740, U20);
  - porta nano-SIM (C2977286, J11).
- **Existencias, el día del pedido:** U18 (C5120257), U6 (C18548276), U14 (C57156) y R85 (C177479).
- **PCB:**
  - JLC04161H-7628 con control de impedancia, ENIG y cobre interno de 1 oz (D-v6-5);
  - vías **Epoxy Filled & Capped**;
  - rayos X en U17, U18 y U6.
- **Rotaciones** en el visor de JLC: sobre todo U17, U18, U6, U12 y U16. Varias huellas vienen de easyeda2kicad y nunca se han fabricado.
- **Aparte del BOM:**
  - conectores hembra 15EDGK-3.5-03P (2 por tarjeta, para J14 y J15);
  - pigtails U.FL → SMA de mampara (2 por unidad).

Piezas de inserción (THT): J1, J2, J3, J4, J5, J6, J7, J9, J10, J12, J14, J15, J16, J17, J18, J19, SW1, SW2.

Sin montar (DNP):

Refs	Piezas	Por qué no se monta
C5, C19	DNP-pi ×2	red π de acoplamiento de la antena LTE (con R9 0 Ω en serie); se monta solo si la medición de RF lo pide

Refs	Piezas	Por qué no se monta
C75, C90, C96, C97, C104, D21, D29, L3, Q9, R70, R76, R77, R78, R79, R84, R105, U15	10nF · 2.2nF · 10uF/50V · 47uF/50V · 100nF · SS34 · BZX84C15 · 10uH · IRFR5305 · 100k ×3 · 20k · 19.1k · 40.2k · 10k · MP1584EN	rama de 24 V del ventilador (U15 MP1584 con su protección Q9): reservada; el ventilador toma 5 V de /VEH5V por JP3
D3, K1, Q4, R48, R49	1N4148W · G5V-1 DC5 · MMBT3904 · 10k · 1k	relevador K1 del modo B y su manejador: en la v6 el camino NC no sirve (el A7670SA no tiene cliente NTRIP); PC6 va directo por R8
R36, R56	0R-NEVER-FIT ×2	**nunca montar** (B-15): puentear U5/U9 pone 1.8 V en el RXD2 del F9P (VIH 2.64 V) y 3.3 V en el RXD del módem (máximo absoluto 2.0 V)
R41, R63, R65, R69, U13	0R ×4 · MFF2-SIM-carrier	eSIM MFF2 y sus 0 Ω de selección: Telcel no surte MFF2; la SIM principal es la nano-SIM J11
R74, R75	390R ×2	polarización del bus RS-485 en reposo (P-4): montar las dos solo si ningún otro nodo polariza el bus y el receptor del otro extremo no tiene fail-safe
R92, R99	523k/1%-DNP · 84.5k/1%-DNP	divisor de EN (UVLO) de U22: sin montar, EN queda libre y U22 arranca con su UVLO interno

12. Reglas de diseño y verificación

Clases de red (`.kicad_pro`):

Clase	Ancho de pista	Separación	Vía (Ø / taladro)	Redes
Default	0.20 mm	0.15 mm	0.60 / 0.30 mm	todas las demás
HV24	1.00 mm	0.30 mm	0.80 / 0.40 mm	`/24V_IN`, `/VIN_FUSED`, `/VIN_PROT`, `/24V`, `/IGN_IN`, `/Q9_GATE`, `/Q10_GATE`, `/SW_PWRIN`, `/BOOT_PWRIN`, `/SW_FAN`, `/BST_FAN`
PWR_HI	1.50 mm	0.15 mm	0.80 / 0.40 mm	`/BAT_PLUS`, `/SW_BAT`, `/MAIN5V`, `/VEH5V`, `/SYS5V`, `/VIN_SW`
PWR_MID	0.60 mm	0.15 mm	0.80 / 0.40 mm	`/SW_5V`, `/SW_IN`, `/5V_FAN`, `/FAN_RET`
PWR_MODEM	1.50 mm	0.15 mm	0.80 / 0.40 mm	`/VBAT_MODEM`
RF	0.35 mm	0.20 mm	0.60 / 0.30 mm	`/RF_GNSS`, `/RF_ANT_GNSS`, `/RF_LTE`, `/RF_ANT_LTE`

Reglas personalizadas (`.kicad_dru`):

Regla (`.kicad_dru`)	Capa	Condición	Restricción
Floor 0.15 (non-HV24, non-RF)	todas	`A.NetClass != 'HV24' && B.NetClass != 'HV24' && A.NetClass != 'RF' && B.NetClass != 'RF'`	clearance min 0.15mm
HV24 to HV24	todas	`A.NetClass == 'HV24' && B.NetClass == 'HV24'`	clearance min 0.2mm
HV24 outer	outer	`A.NetClass == 'HV24' && B.NetClass != 'HV24'`	clearance min 0.3mm
HV24 inner	inner	`A.NetClass == 'HV24' && B.NetClass != 'HV24'`	clearance min 0.5mm
HV24 IC land patterns	outer	`A.Type == 'Pad' && B.Type == 'Pad' && ((A.memberOfFootprint('U15') && B.memberOfFootprint('U15')) || (A.mem…`	clearance min 0.15mm
T44 texto en serigrafia F: 0.8 mm / 0.15 mm	F.Silkscreen	–	text_height min 0.8mm; text_thickness min 0.15mm
T44 texto en serigrafia B: 0.8 mm / 0.15 mm	B.Silkscreen	–	text_height min 0.8mm; text_thickness min 0.15mm
T15 power width: PWR_HI >= 1.0 mm	todas	`A.NetClass == 'PWR_HI'`	track_width min 1.0mm (warning)
T15 power width: PWR_MID >= 0.6 mm	todas	`A.NetClass == 'PWR_MID'`	track_width min 0.6mm (warning)
T15 power width: modem + vehicle PSU paths >= 0.8 mm	todas	`A.NetName == '/VBAT_MODEM' || A.NetName == '/VIN_MODEM' || A.NetName == '/SW_MODEM' || A.NetName == '/SW_PW…`	track_width min 0.8mm (warning)
T38 MH: en las caras, solo GND a menos de 4 mm del centro	outer	`A.Type == 'Pad' && A.memberOfFootprint('MH*') && B.NetName != 'GND'`	hole_clearance min 2.4mm

Mínimos de la tarjeta (Board Setup → Constraints): separación mínima de cobre al borde 0.50 mm · pista 0.20 mm · vía 0.50 mm (taladro 0.30 mm, anillo 0.10 mm) · separación de barreno 0.25 mm · barreno a barreno 0.25 mm · texto 0.80 mm con trazo de 0.08 mm. En la serigrafía también aplica la regla de texto del `.kicad_dru` de la tabla de arriba.

ERC (KiCad 10.0.4, todas las severidades):

Severidad	Tipo	Cantidad
warning	`pin_to_pin`	102
warning	`lib_symbol_mismatch`	21
warning	`lib_symbol_issues`	12

No hay errores. Los avisos son conocidos:

- `pin_to_pin`: combinaciones de tipos de pin de las bibliotecas importadas;

- `lib_symbol_*`: símbolos embebidos que difieren de su biblioteca. El de U3 se cotejó pin por pin contra ST: 64/64 coinciden.

DRC (KiCad 10.0.4 sobre una copia con el proyecto: relleno de zonas, paridad con el esquemático, todas las severidades y todos los errores de pista):

Sección	Severidad	Tipo	Cantidad
violaciones	error	`courtyards_overlap`	11
violaciones	warning	`track_width`	137
violaciones	warning	`lib_footprint_mismatch`	81
violaciones	warning	`text_thickness`	13
violaciones	warning	`text_height`	13
violaciones	warning	`lib_footprint_issues`	5
violaciones	warning	`silk_overlap`	4
violaciones	warning	`track_dangling`	1
violaciones	warning	`silk_edge_clearance`	1
violaciones	warning	`silk_over_copper`	1
sin conectar	—	—	**0**
paridad con el esquemático	—	—	**0**

Cómo leerlo:

- **Los 11 errores** son encimes de courtyard de solo margen: la separación física es de 0.29–0.76 mm. Salieron a la luz cuando T38 corrigió los courtyards de las huellas de easyeda2kicad. KiCad no deja excluirlos por script, así que Michelle los excluye al final, en la interfaz.
- **Los 137 avisos de ancho de pista** son las reglas T15: PWR_HI ≥ 1.0 mm, PWR_MID ≥ 0.6 mm, y ≥ 0.8 mm en los caminos del módem y de la fuente. Son la lista de tramos de potencia que el bloque B tiene que ensanchar.
- **Los 81 `lib_footprint_mismatch`** son huellas que difieren de su biblioteca: las de easyeda2kicad (T38 las corrigió en la tarjeta y en `Drogheda-v6.pretty`) y otras ajustadas a mano. No bloquean la fabricación.
- **Los 13 `text_height` y los 13 `text_thickness`** son exactamente lo que T44 no pudo agrandar: los 12 designadores que no caben y el texto «IGN 12-24V». La regla de 0.8/0.15 los deja a la vista para Michelle.
- **Serigrafía, de antes a después de T44:** `silk_overlap` bajó de 17 a 4 (quedan solo encimes de gráficos), `silk_over_copper` de 5 a 1, y `silk_edge_clearance` sigue en 1.

13. Problemas conocidos, riesgos y decisiones abiertas

13.1 Los 8 bloqueantes de la auditoría del 16-oct, hoy

Medidos en el cobre el 22-oct, con T40 (estado de la v6, §2), en la numeración de T43. T43 y T44 no tocan el cobre.

#	Bloqueante	Hoy	Estado
1	U22 traía el código LCSC del AP64350	solo C524806 (TPS54360B)	✅ T28
2	Sin barrenos de montaje	5 barrenos libres; en las caras, a menos de 4 mm del centro solo hay GND (regla T38 en el `.kicad_dru`)	✅ T25 + T38–T40
3	5 V por capas internas	`/VEH5V` va de 2 mm por F.Cu de L5.2 a R94.1 y sigue de 1.0 mm hasta R80 (meta ≥ 2 mm). `/VIN_SW`, de R80 a Q7, sigue 22 mm por In2 a 0.5–0.8 mm con 2 vías, y Q7 sigue a 10.6 mm de R80	🟠 a la mitad
4	Cargador U17	`/SW_BAT` de 0.7–0.75 mm (meta: polígono ≥ 2 mm) · `/BAT_PLUS` de 0.5 mm · 1 vía en el EP (meta 9)	❌ bloque B
5	Fuente U22	cátodo de D32 a 3.52 mm del pin SW · L5.1 a 8.79 mm · nodo SW de 9.8 mm² fuera de los pads · lazo de 56.5 mm² · 6 vías en el EP y 4 en el ánodo. Falta R112 a ≤ 3 mm de J19.3 (está a 4.79) y decidir el `/24V` sin montar	✅ T39
6	RF LTE por In1	21.9 mm por In1 con 2 vías	❌ bloque C
7	Vías de GND	119 de GND (meta ≥ 400): 1 bajo U6, 0 bajo U18; In1 cortado por 1 595 mm de pistas	❌ T29a/T29b + bloque H1
8	Stack-up genérico	JLC04161H-7628, ENIG, control de impedancia	✅ T28

13.2 Lo que falta del layout (plan de fines de semana)

- **Sáb 24-oct (Michelle), bloques A y B: el camino de la energía.**
  - R112 a ≤ 3 mm de J19.3.
  - `/VIN_SW` y Q7 junto a R80 y U17, conservando el Kelvin de R80.
  - `/MAIN5V` en polígono, con C77–C80 a ≤ 2 mm de VSYS.
  - R85/R86 a ≤ 3 mm de U17.18.
  - `/SW_BAT` y `/BAT_PLUS` anchos, y 9 vías en el EP de U17.
  - In1 e In2 limpios alrededor de U17 y L4.
- **Dom 25-oct, bloques C, D y E: módem, GNSS y Ethernet.**
  - C: RF LTE solo en F.Cu, coplanar de 0.35/0.20 mm sobre In1 sólido, con cerca de vías; 6 vías en el EP de U4 y el bulk de VBAT pegado al módem.
  - D: C70 a ≤ 2 mm de U25.1 y `/SW_IN` fuera de In1.
  - E: U7 compacto, con 6 vías en su EP.
- **Sáb 31-oct, bloques F, G y H1.**
  - F: pares Ethernet (100 Ω) y USB del módem (90 Ω) solo en F.Cu.
  - G: D23 a ≤ 5 mm de J15.
  - H1: In1 sin pistas bajo la RF, los módulos, los cristales y los pares; Y2 a ≤ 5 mm de PH0/PH1.
- **Dom 1-nov, bloque H2.**
  - Leyendas en los conectores.
  - Fiduciales.
  - Fila de pads de depuración.
  - Puerta L-48.
- **Claude, entre semana.**
  - T29a y T29b: vías de GND bajo U6 y U18, y costura general.
  - Quitar J2/J4 del esquemático.
  - El strap de PA9 si se aprueba D-v6-1.

13.3 Decisiones abiertas

#	Qué	Recomendación	Quién
D-22-4	TVS de la SIM: D18, D20 y D19 quedaron del lado del módem (T40), no junto a J11 como pide L-38	(b) pasarlas a `/SIMB_*`, pegadas a J11, con su vía de GND (T41 o Michelle)	Leo
D-v6-1	Identificación de tarjeta (las V5.6/V5.7 ya también tienen SC7A20)	strap en PA9 (una resistencia a GND) que el firmware lee antes de manejar pines	Leo
D-v6-2	Abrazadera del disipador del módem	sin barrenos; ≥ 30 vías de GND bajo U6; disipador adhesivo si la prueba térmica da > 70 °C	Leo
D-v6-3	Huella de K1 (sin montar)	quitarla: libera ≈ 100 mm² al norte de U6 para la RF y elimina `/KCOIL` de In1	Leo
D-v6-5	Cobre interno de 1 oz	mantenerlo; ver el costo en la cotización	Leo
D-v6-6	Cantidad del piloto	20, con existencias re-verificadas el día del pedido	Leo / Adriana
D-22-9	Tamaño de los designadores	**v6: (b) aplicado con T44** (0.8 mm, trazo de 0.15 mm); lo que no cupo queda listado en el documento de T44. Para V5.6/V5.7 sigue abierta	Leo

13.4 Firmware

En `hbox-firmware` no hay nada de la v6. No hay `board_v6.h`, ni código del A7670SA, ni cliente NTRIP. Sin firmware, la v6 no hace lo que hacen hoy el simpleRTK2B y el 4G NTRIP Master.

El plan, hito por hito:

Hito	Qué	Fecha
FW-1	`board_v6.h` y arranque seguro	sáb 7-nov
FW-2	módem: encendido, registro y solo LTE en batería	dom 8-nov
FW-3	cliente NTRIP por AT: RTCM al F9P y NMEA por UDP	semana del 9-nov y sáb 14-nov
FW-4	F9P, ciclo de batería, Ethernet, puertos, sensores y `$PHLG`	dom 15-nov
FW-5	en las tarjetas del piloto	21–22 nov

Hasta que lleguen las tarjetas, el banco de firmware es una Blackpill, una tarjeta de evaluación A7670SA y un simpleRTK2B. Lo que no se termine en esas fechas mueve G2, no el pedido.

FOTA por 4G. En la v6 es nativo: el MCU maneja el módem y puede bajar la imagen por HTTPS con `AT+HTTP*`.

- **Socket NTRIP.** Hay que diseñarlo dentro de FW-3, con un socket NTRIP no transparente.
- **Sin relevador de respaldo.** La v6 no tiene K1, así que el cargador de arranque tiene que regresar solo a la imagen anterior si la nueva falla.

Detalle en la factibilidad de FOTA.

13.5 Riesgos

Riesgo	Por qué	Qué lo controla
Soldadura de U17 (QFN 0.5 mm con EP)	La V5.5 y la V4 tuvieron bolitas y puentes en el LTC4040	pasta del EP al 50 % (T28) · vías rellenas y tapadas · rayos X · lupa al recibir
U6 y U18 (LGA)	sin inspección visual posible	rayos X en el pedido
Huellas de easyeda2kicad (11, nunca fabricadas)	traían el courtyard igual al cuerpo, sin los pads (corregido con T38)	revisar rotación y polaridad en el visor de JLC
Picos GSM contra el límite de 2.5 A del respaldo	un pico con todo encendido pide 91–97 % del límite	en batería solo LTE y Ethernet apagado (firmware) · prueba 6 del banco
El módem desensibiliza al GNSS	LTE de 23 dBm a ≈ 109 mm del F9P	islas separadas, In1 sólido, prueba G3 (meta ≤ 3 dB)
RF LTE fuera de 50 Ω	hoy va por In1 (bloqueante 6)	bloque C: coplanar de 0.35/0.20 mm en F.Cu sobre In1 sólido; ancho final con la calculadora de JLC
Corto 3V3–GND por la tornillería	el plano /3V3 de B.Cu llegaba a los barrenos	resuelto: regla T38 de 4 mm, sin cobre ajeno a GND en las caras
Firmware	no existe; la v6 sin firmware no sirve en campo	plan FW-1 … FW-5

Riesgo	Por qué	Qué lo controla
Homologación IFT	módem soldado a bordo	trámite en paralelo; puede retrasar la salida a campo aunque el piloto pase el banco

14. Historial de revisiones

Designadores de T43 en todo el historial, aunque los mensajes de los commits usen los viejos.

Fecha	Qué	Commit / documento
24-ago	Brief de integración GNSS + 4G; piezas fijadas: ZED-F9P-04B y A7670SA-LASC. Fases 1 (firmware NTRIP) y 2 (cambios de esquemático)	brief del 24-ago
sep (T0–T13)	Esquemático de la v6: integración del ZED-F9P y del A7670SA, isla LTE y clases de RF, SIM doble, Ethernet, puertos y sensores	varios
7–24 sep	Michelle arma las islas (Ethernet, GNSS, LTE, entrada de energía) y rutea; «prototipo v6» el 24-sep	`91da088`
25-sep	Auditoría pre-fabricación; T14–T17: nano-SIM como SIM principal (Telcel no surte MFF2), BOM con LCSC, barrenos a 130 × 90 mm, F2 en portafusibles	`bb78cb8` … `03d83d1`
28-sep	Auditoría completa y 3 pasadas de esquemático: lista L-1 … L-67, puertos P-1 … P-5, revisión contra las lecciones de la V5.5, paquete LFP-HT	cambios — resumen
30-sep – 1-oct	Layout (Michelle) y unión con el auto-sync	`c2f9241`, `61797b8`
16-oct	Auditoría de producción de la v6 (8 bloqueantes) y plan de fines de semana	`2612891` · auditoría
17-oct	+15 vías de GND	`00a9af4`
19-oct	Re-auditoría: los 8 bloqueantes siguen	re-auditoría
21-oct	Michelle adelanta el bloque A · T25 (5 barrenos) + T28 (U22 C524806, pasta de U17 al 50 %, stack-up 7628 ENIG, cajetín)	`9255b84` · `6f8ae03`
22-oct, 09:42	T38: courtyards reales en 11 huellas de easyeda2kicad, `/3V3` fuera de MH4, regla de barrenos de 4 mm	`b74b96f`
22-oct, 13:26	T39: bloque A con la propuesta α (D32 entre U22 y L5, L5 al este, R85/R86 junto a U17, nodo SW y `/VEH5V` en F.Cu, MH5 libre). El PCB entró en `87340bf`	`d5f5002`
22-oct, 17:16	T40: MH3 libre (D18/D20 fuera del barreno, `/SIM_CLK` por In1, `/NTC` alrededor, vías de GND)	`9357042`
22-oct, 18:07	T43: designadores en orden, sin huecos, conectores con J	`a08e49a` · T43
22-oct, noche	T44: designadores a 0.8 mm con trazo de 0.15 mm, colocados por script	`bd27501`
22-oct	Este documento, v1.0	—

15. Referencias

- Plan de fines de semana — v6 lista para producción (el trabajo que falta, quién y cuándo)
- Estado de la v6 al 22-oct (T25, T28, T38, T39, T40)
- Auditoría de producción de la v6 (16-oct) · re-auditoría (19-oct)
- Plan de corrección (28-sep) · cambios de esquemático — resumen · informe de cambios
- Auditoría completa (28-sep) · revisión contra las lecciones de la V5.5 · puertos sin nueva versión
- Mapa de pines del MCU · plan de cobre y colocación
- Designadores de T43 (tabla viejo → nuevo) · T44: serigrafía de la v6
- FOTA por 4G: factibilidad por tarjeta
- Manual de la tarjeta v6 · próximos pasos del pedido (29-sep)