



DOCUMENTO DE DISEÑO

EinarBoard V5.7 (HBOX 5.7)

Project Drogheda · HBOX GPS-RTK

Versión	1.3
Fecha	2026-10-22
Estado	ACTIVO — estado al 23-oct-2026, después de T42a, T43, T44 y T44b (HBox_PCB d19c832)
Para	Leo, Michelle (layout), Jesús (banco), Aldair (fabricación), Adriana (PM), equipo de firmware
Autor	Helgen Technologies (redacción: Claude; revisión: Leo)

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
 - 9.3 Capas de cobre
 - 9.4 Serigrafía
 - 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 Condiciones del pedido del piloto
 - 13.2 Hallazgos abiertos
 - 13.3 Decisiones abiertas
 - 13.4 Firmware
 - 13.5 Riesgos
14. Historial de revisiones
15. Referencias

Estado al 22-oct-2026: lista para el piloto de 5; las 322 esperan el banco con 0.7.0

El paquete de fabricación `HBOX_v5_Rev7_PROD` está verificado y ya trae T42a (victorias rápidas), T43 (designadores en orden) y T44 (serigrafía de 0.8 mm). **El piloto de 5 V5.6 + 5 V5.7 tiene GO** (D-22-1), con dos condiciones de pedido que no tocan el cobre: vías tapadas y rayos X en U14, y la revisión de rotaciones en el visor de JLC (§13.1). **D-22-9** (tamaño de los designadores) quedó decidida el 23-oct: (b), designadores de 0.8 mm con trazo de 0.15 mm, colocados por script con T44. En el banco del piloto se mide además la fuente a bordo U15 a 9, 24 y 32 V (D-21-2). **Las 322 siguen en NO-GO** hasta que el piloto pase el banco con el firmware 0.7.0: hoy ningún firmware enciende el módem de esta tarjeta (§13.4).

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-v57.kicad_sch` y `.kicad_pcb` del commit de la ficha), del paquete de fabricación o de un documento citado. Las tablas de pines, conectores, rieles, puntos de prueba y BOM se generaron del netlist, del PCB y de `board_v56.h`; no se escribieron a mano. Los designadores son los de T43 (22-oct), los que trae la serigrafía.

1. Ficha

Tarjeta	EinarBoard V5.7 · cajetín «EINARBoard HBOX V5.7», rev. 5.7
Proyecto KiCad	<code>hbox-watchdog-v57</code> en <code>HBox_PCB</code> (KiCad 10.0.4). Es un proyecto aparte desde el 12-oct: la V5.6 con la fuente de 5 V a bordo
Archivos de este documento	commit <code>d19c832</code> · PCB sha256 <code>1f6bf63c</code> · esquemático <code>b78d51ea</code>
Fecha	22-oct-2026 (después de T42a y T43)
Estado	Piloto de 5: GO con dos condiciones de pedido (D-22-1). 322 tarjetas: NO-GO hasta el banco del piloto con 0.7.0. D-22-9 decidida el 23-oct: (b), T44 aplicado
Paquete de fabricación	<code>production/HBOX_v5_Rev7_PROD</code> (Gerber, BOM y CPL del Fabrication Toolkit, regenerados el 22-oct después de T43): BOM de 115 partidas y 229 designadores; CPL de 229 posiciones
Dimensiones	140.0 × 100.0 mm · 6 barrenos de 3.2 mm: tres M3 de la base del HBOX (MH1, MH3, MH6) y tres de los separadores del simpleRTK2B (MH2, MH4, MH5)
Capas	4 · JLC04161H-7628 · 1.6 mm · ENIG en el pedido
Piezas	246 en el esquemático: 229 montadas por JLC en 115 partidas, 3 sin montar y 14 fuera del BOM (6 puentes de soldadura, 7 puntos de prueba y MOD1), más los 6 barrenos, que solo están en la tarjeta
Ensamble	todas las piezas por la cara superior (F.Cu); 18 de inserción (conectores, K1 y dos botones). El simpleRTK2B Pro y el 4G NTRIP Master se compran aparte y se insertan en sus zócalos. No lleva la Mean Well
Verificación	ERC: 0 errores · 27 avisos (19 <code>lib_symbol_mismatch</code> , 7 <code>lib_symbol_issues</code> , 1 <code>unconnected_wire_endpoint</code>) · DRC: 3 errores (3 <code>npth_inside_courtyard</code> , excluidos por diseño) · 98 avisos · 0 sin conectar · paridad limpia

2. Qué es y qué cambia respecto a la anterior

La V5.7 es la V5.6 con **la fuente de 5 V a bordo**: la tarjeta toma directo los 9–32 V del vehículo y ya no necesita la Mean Well SD-15B-05 externa (ECO «fuente a bordo»). Todo lo demás es la V5.6: el MCU soldado (STM32F411RET6), el respaldo de batería (LTC4040) y los zócalos para los dos módulos de ArduSimple. Son el **simpleRTK2B Pro** (ZED-F9P) en formato UNO y el **4G NTRIP Master** en formato XBee, que por sí solo es el cliente NTRIP. Las correcciones RTCM van del módem al F9P directo por cobre; el MCU enciende y vigila la etapa RTK y el módem, cuida la batería y reporta.

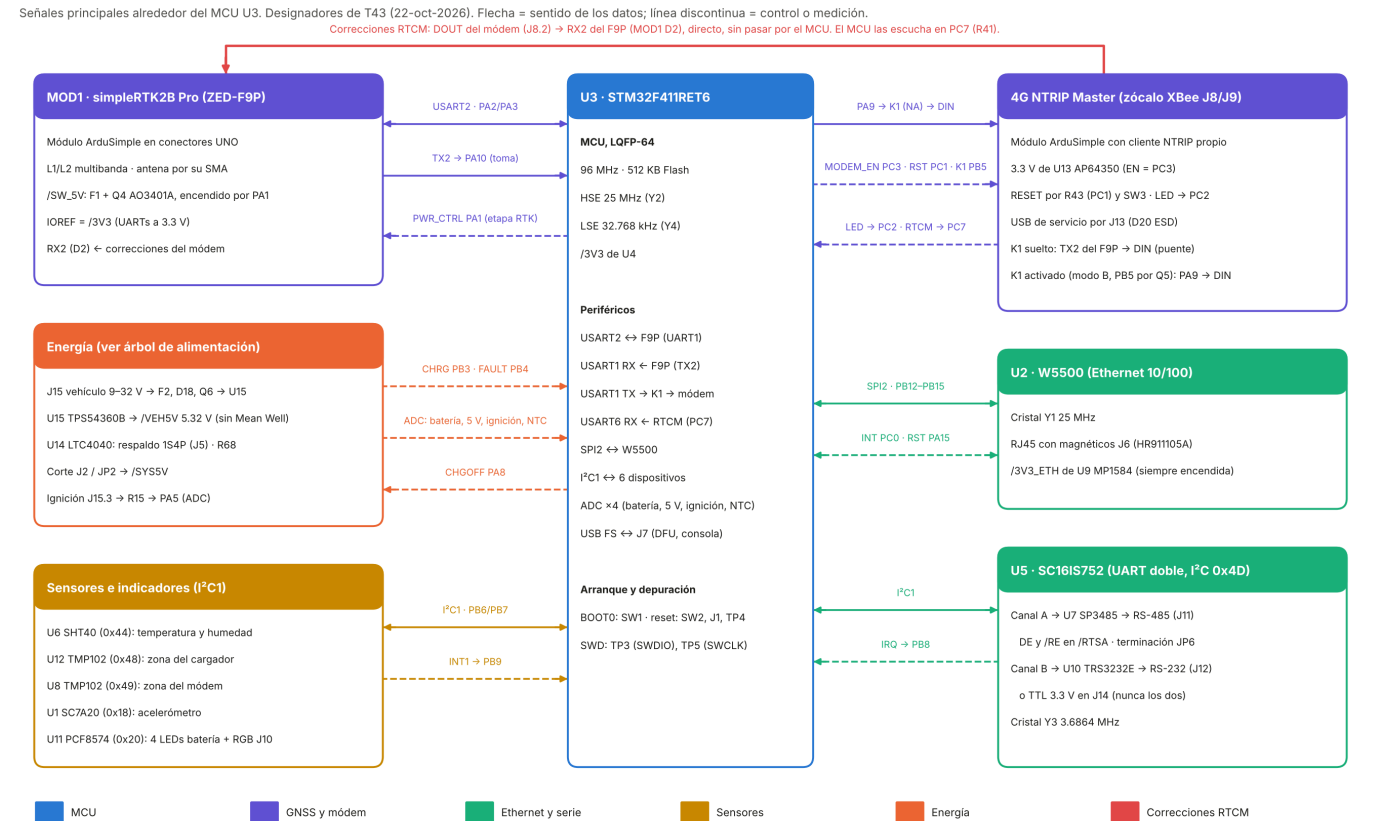
Lo que cambia respecto a la V5.6 ([documento de diseño de la V5.6](#)):

- **Entrada del vehículo de 9–32 V CC** por J15.1 (vehículos de 12 y 24 V):
 - F2, fusible de 3 A lento (2410, SMD);
 - D18 SMBJ33CA, después del fusible; desde T42a es bidireccional, así que con el arnés al revés ya no abre F2;
 - Q6 IRFR5305 contra polaridad invertida.
- **U15 TPS54360B** (3.5 A, 4.5–60 V) hace `/VEH5V`: 5.32 V a 600 kHz, con L4 10 µH (SRP1265A) y D21 B560C. Lleva C76/C79 de 2.2 µF/100 V a la entrada y C74/C75 de 47 µF a la salida. EN queda libre (R78/R79 sin montar): siempre encendida.
- **Sin J16 y sin el buck del ventilador de la V5.6**. El ventilador cuelga de `/VEH5V` por JP1, que en la V5.7 viene puenteado de fábrica.
- **Ignición en vehículos de 12 V**. Es el mismo divisor que en la V5.6, pero a 12 V el pin queda en 1.38 V, en la zona indefinida del STM32. Por eso se lee por ADC con histéresis (E-7).
- **Layout**. Las pasadas 3 a 6 replican las de la V5.6. T36 y T37 son la pasada 6 de la V5.7, y T42a agrega una 2.ª vía de `/SYS5V` (E-11).
- **Designadores (T43, 22-oct)**. Misma numeración que la V5.6 donde las piezas coinciden. Las piezas que solo están en la V5.7 van al final de su prefijo, así que U15, L4, D21 y R75–R80 son aquí otras piezas que en la V5.6 ([tabla](#)).

Los 64 pines del MCU son iguales a los de la V5.6: un solo binario sirve para las dos (`-DHBOX_BOARD_V56`).

3. Diagrama de bloques

EinarBoard V5.7 (HBOX 5.7) — diagrama de bloques



Los cuatro caminos de datos que importan:

- Correcciones (RTCM).** El caster las manda por LTE al módem. El DOUT del módem (J8.2) llega directo al RX2 del F9P (MOD1 D2), por cobre y sin pasar por el MCU. El MCU las escucha en PC7 (USART6_RX por R41) para saber si llegan.
- Posición, sin el MCU (puente a prueba de fallas).** El TX2 del F9P (NMEA) va al RX del módem por el contacto NC de K1. Con K1 suelto, que es como arranca la tarjeta y como queda si el MCU muere, la posición llega al servidor de todos modos. PA10 escucha el mismo flujo.
- Posición, con el MCU (modo B).** Cuando el MCU activa K1 (PB5 por Q5), el RX del módem pasa a PA9, y el MCU manda la NMEA del F9P junto con su palabra de telemetría \$PHLG en banda. El F9P le habla al MCU por USART2 (PA2/PA3).
- Ethernet y puertos del cliente.** W5500 por SPI2 (INT en PC0, RST en PA15). SC16IS752 por I²C (0x4D, IRQ en PB8) para RS-485, RS-232 o TTL.

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

- con la etapa RTK apagada, ningún pin del MCU que toque al F9P va en alto (PA2 como entrada);
- el módem y la etapa RTK arrancan apagados, por hardware.

Riel	Fuente	Voltaje	Límite / capacidad	Alimenta	Cómo se obtiene
/3V3	U4 TLV1117LV33	3.3 V	U4: 1 A	J10, J14, MOD1, U1, U3, U5, U6, U7, U8, U10, U11, U12	LDO de caída baja: el 3V3 se sostiene también en respaldo
/VDDA	R30 10 Ω desde /3V3	3.3 V	—	U3	referencia del ADC (C28/C33)

Notas de diseño.

- **Todo sale de U15 (5.32 V)**, con el vehículo entre 9 y 32 V.
 - A 32 V y 2.8 A, el bloque disipa $\approx 2.5\text{ W}$ (U15 $\approx 1.6\text{ W}$).
 - Su lazo de entrada mide $\approx 56\text{ mm}^2$ entre centros de pad (D-21-2).
 - Las dos cosas se miden en el banco a 9, 24 y 32 V (E-9, §13.2).
- **En respaldo todo sale del refuerzo del LTC4040 por /MAIN5V (4.79 V).**
 - U13 arranca desde 3.8 V, así que el módem sigue con el refuerzo.
 - El pico con todo encendido ($\approx 8.7\text{ W}$, 1.8 A) queda abajo de los 2.5 A del refuerzo (auditoría final, §4).
- **PFO solo llega a TP6.** El MCU detecta el respaldo por /5V_SENSE (PA4).
- **J2 es el interruptor de corte externo**, entre /MAIN5V y /SYS5V.
 - Abierto, apaga todo salvo el LTC4040 y su cargador.
 - JP2 lo puentea en el banco y viene abierto.
- **El MCU puede arrancar con solo el USB.** /LDO_IN es un OR con dos SS34: D9 desde /SYS5V y D8 desde el VBUS de J7.
- **El W5500 está siempre alimentado.** U9 no tiene enable, así que en respaldo el firmware lo pone en *power-down* del PHY (E-3, §13.2).

5. Especificaciones

Parámetro	Valor	Fuente
Alimentación	9–32 V CC por J15.1 (vehículos de 12 y 24 V), sin la Mean Well. U15 aguanta 60 V; el techo de 33 V lo pone D18	esquemático; auditoría final, §2
Protección de entrada	F2 3 A lento (2410, SMD) · D18 SMBJ33CA bidireccional después de F2 (T42a) · Q6 IFR5305 contra polaridad invertida (D19 15 V en la compuerta). El breaker del gabinete sigue siendo la protección del cableado (E-8)	esquemático
5 V interno (/VEH5V)	5.32 V , 600 kHz, U15 TPS54360B (3.5 A); divisor R80/R77 y R75 (§4)	esquemático; ECO
Ignición	J15.3, entrada analógica en PA5. Divisor: R15 22 k arriba y R16 22 k R6 3.3 k abajo, relación 0.1154. Así, 24 V → 2.77 V y 12 V → 1.38 V. D2 BAT54 limita el pin a /3V3. Se lee por ADC con histéresis (0.80 / 0.55 V)	board_v56.h (§6)
Batería	Paquete LFP-HT 26650, 1S4P , con NTC 10 k B3380 (J5)	ECO de la V5.6
Cargador	U14 LTC4040 · carga 1.40 A (R58 1.43 k) · flotación 3.50 V (JP3 en 2-3) · ventana de carga ≈ +8 ... +60 °C (R18 5.6 k con la NTC B3380; el divisor R17 + R11 (220 k) hacia PC5 queda en paralelo con la NTC: sin él, el límite frío sería +10 °C) · CHGOFF (PA8) con R24 a GND: la carga sigue si el MCU no la apaga	esquemático; auditoría final, E-1
Respaldo	refuerzo a 4.79 V · límite de entrada 2.5 A (R68 10 mΩ, Kelvin) · PFI a 4.40 V al caer y ≈ 4.51 V al subir	§4
Consumo en respaldo	≈ 2.9 W promedio (0.6 A) y ≈ 8.7 W de pico (1.8 A). Piso dormido ≈ 75 mW con el W5500 en <i>power-down</i> : ≈ 5 días con ventanas de 45 s cada 10 min. Se mide en el piloto	auditoría final, §4
GNSS	simpleRTK2B Pro (ZED-F9P, multibanda L1/L2, RTK) en los conectores UNO (MOD1) · /SW_5V con F1 de 4 A · IOREF = /3V3 · −40 ... +85 °C (u-blox)	esquemático
Módem	4G NTRIP Master de ArduSimple en el zócalo XBee (J8/J9, paso 2.00 mm), con cliente NTRIP propio · 3.33 V de U13 (hasta 3.5 A) · USB de servicio por J13	esquemático
MCU	STM32F411RET6 a 96 MHz, 512 KB de Flash, 128 KB de RAM · HSE 25 MHz (Y2) · LSE 32.768 kHz (Y4)	esquemático; board_v56.h
Interfaces	Ethernet 10/100 (W5500, J6) · RS-485 (SP3485, J11) · RS-232 (TRS3232E, J12) o TTL 3.3 V (J14) · USB-C del MCU (J7) · USB-C del módem (J13) · LED RGB externo (J10) · LED de panel (J4) · reset externo (J1) · corte externo (J2) · ventilador (J3)	§7
Sensores en la tarjeta	SHT40 (U6), TMP102 ×2 (U12 cargador, U8 módem), SC7A20 (U1), NTC del paquete (PC5)	§6
Mecánica	140.0 × 100.0 mm · 6 barrenos de 3.2 mm · todas las piezas arriba	PCB

Rango de temperatura del sistema: sin validar

La tarjeta no tiene un rango de operación formal. Solo hay dato de fabricante para 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 mide:

- la temperatura de U14 y L3 a 1.4 A y 45 °C (P-8);
- la de U15 y D21 a 32 V y 2.8 A (meta: U15 < 110 °C, D21 < 100 °C);
- 20 ciclos de 10 min con el paquete al 20 % y a 45 °C (auditoría final, §7).

6. MCU: mapa de pines

U3 es un STM32F411RET6 (LQFP-64). La tabla sale del netlist; la última columna es la macro de `04-Source-Code/firmware/hbox_v5_bringup/board_v56.h`, el único lugar donde se nombran los pines de V5.6/V5.7. **Los 64 pines son idénticos en la V5.6.**

Reglas para el firmware:

1. **Arranque seguro.** El hardware ya arranca con todo apagado:
- R8 mantiene apagada la etapa RTK;
 - R57 mantiene apagado el módem;
 - R5 deja el W5500 en reset;
 - R32 deja K1 suelto: puente directo del F9P al módem.

El firmware tiene que respetarlo: PC3, PA1, PB5, PA15, PA6 y PB0 en bajo hasta decidir.

2. **Etapla apagada = pines del F9P en alta impedancia.** PA2 va como entrada mientras `/SW_5V` está apagado. Nada debe alimentar al F9P por sus pines (regla de 0.5.5).
3. **PC1 en drenador abierto.** LOW para reiniciar el módem, alta impedancia para soltarlo; nunca HIGH.
4. **Ignición por ADC.** Umbral de 0.80 V para encender y 0.55 V para apagar (`IGN_ON_V` / `IGN_OFF_V`). En la V5.7 importa más que en la V5.6, porque va en vehículos de 12 V: con `digitalRead`, 12 V (1.38 V en el pin) caen en la zona indefinida.
5. **RS-485 primero.** Lo primero que se escribe en U5 es EFCR (control automático de RTS). Hasta entonces DE y /RE de U7 están en alto y el transmisor ocupa el bus (E-4).
6. **0.6.x no sirve para esta tarjeta.** No enciende el módem: PC3 es nuevo, y lee la NTC en PB1. Hace falta 0.7.0 (§13.4).

Pin	Nombre	Red	Conectado a	Función	Periférico / AF	Macro en board_v56.h
1	VBAT	<code>/3V3</code>	(55 nodos)	Dominio del RTC; va a /3V3 (sin pila: el RTC se pierde sin 3V3)	—	—
2	PC13	<code>/LED_C13</code>	D10 LED C13 (blue) → /LED_C13_A	LED de estado D10 (azul), activo en bajo	GPIO	<code>PIN_LED_C13</code>
3	PC14	<code>/LSE_IN</code>	C44 12pF → GND · Y4.1	Oscilador LSE 32.768 kHz (Y4, Epson FC-135)	RCC_OSC32_IN	—
4	PC15	<code>/LSE_OUT</code>	C41 12pF → GND · Y4.2	Oscilador LSE 32.768 kHz (Y4)	RCC_OSC32_OUT	—
5	PH0	<code>/HSE_IN</code>	C40 15pF → GND · Y2.1	Oscilador HSE 25 MHz (Y2): PLL a 96 MHz, USB a 48 MHz y DFU	RCC_OSC_IN	—
6	PH1	<code>/HSE_OUT</code>	C39 15pF → GND · Y2.2	Oscilador HSE 25 MHz (Y2)	RCC_OSC_OUT	—
7	NRST	<code>/NRST</code>	C26 100nF → GND · J1.1 · SW2.1 · TP4.1	Reset del MCU: SW2 (RESET), J1 (botón externo) y TP4	NRST	—
8	PC0	<code>/ETH_INT</code>	U2.36 (~INT)	INT del W5500 (U2), activo en bajo	GPIO · EXTI0	<code>PIN_ETH_INT</code>
9	PC1	<code>/MODEM_RST_MCU</code>	R43 1k → /MODEM_RST	Reset del módem (J8.5), activo en bajo: OUTPUT LOW para reiniciarlo y alta Z para soltarlo, nunca HIGH. SW3 en paralelo	GPIO (drenador abierto)	<code>PIN_MODEM_RST</code>
10	PC2	<code>/MODEM_LED_MCU</code>	R48 10k → /MODEM_LED	LED de actividad del módem (J9.8): entrada de 3.3 V	GPIO	<code>PIN_MODEM_LED</code>
11	PC3	<code>/MODEM_EN</code>	R56 10k → /MODEM_EN_U13	EN de U13 (AP64350, /3V3_MODEM): HIGH = módem encendido. R57 a GND lo deja apagado en reset y en DFU	GPIO	<code>PIN_MODEM_EN</code>
12	VSSA	GND	(189 nodos)	Tierra analógica	—	—
13	VDDA	<code>/VDDA</code>	C28 100nF → GND · C33 1uF → GND · R30 10R → /3V3	Alimentación del ADC (/VDDA, filtro R30 10 Ω)	—	—
14	PA0	<code>/BAT_SENSE</code>	C27 100nF → GND · R26 10k → GND · R28 10k → /BAT_PLUS	Voltaje del paquete por divisor ÷2 (R28/R26)	ADC1_IN0	<code>PIN_BAT_SENSE</code>

Pin	Nombre	Red	Conectado a	Función	Periférico / AF	Macro en board_v56.h
15	PA1	/PWR_CTRL	R25 1k → /BASE_LS	Etapas RTK (/SW_5V del simpleRTK2B): HIGH = encendida. R8 a /SYS5V la deja apagada por defecto	GPIO	PIN_PWR_CTRL
16	PA2	/GNSS_TX	MOD1.16 (RX1_D1)	RX1 del F9P (MOD1 D1): comandos UBX. Con la etapa apagada, INPUT: nada alimenta al F9P por el pin	USART2_TX AF7	PIN_GNSS_TX
17	PA3	/GNSS_RX	MOD1.15 (TX1_D0)	TX1 del F9P (MOD1 D0): NMEA/UBX	USART2_RX AF7	PIN_GNSS_RX
18	VSS	GND	(189 nodos)	Tierra	—	—
19	VDD	/3V3	(55 nodos)	Alimentación	—	—
20	PA4	/5V_SENSE	C13 100nF → GND · R19 10k → /VEH5V · R20 10k → GND	/VEH5V por divisor ÷2 (R19/R20): 5.32 V → 2.66 V	ADC1_IN4	PIN_5V_SENSE
21	PA5	/IGN_SENSE	C11 100nF → GND · D2 BAT54 → /3V3 · R6 3.3k → GND · R15 22k → /IGN_IN · R16 22k → GND	Ignición por ADC: × 0.1154 (12 V → 1.38 V, 24 V → 2.77 V); D2 BAT54 la limita a 3V3. No usar digitalRead	ADC1_IN5	PIN_IGN_SENSE
22	PA6	/FAN_PWM	R14 100R → /FAN_GATE	Ventilador: compuerta de Q1 por R14; HIGH = encendido (solo ON/OFF)	GPIO	PIN_FAN_PWM
23	PA7	sin conexión		Sin conexión	—	—
24	PC4	/MODEM_ON_SLEEP	R37 10k, DNP → /XBEE_ONSLP	ON/SLEEP del módem: R37 sin montar, el pin queda al aire → INPUT_PULLDOWN	GPIO	PIN_MODEM_ON_SLEEP
25	PC5	/NTC_CELL	C6 10nF → GND · R11 120k → GND · R17 100k → /NTC	Nodo NTC del paquete (J5.3) × 0.5455 (R17/R11); solo vale con /VEH5V presente	ADC1_IN15	PIN_NTC_CELL
26	PB0	/EXT_LED	Q2.1 (G) · R13 10k → GND	LED de panel (J4) por Q2: HIGH = encendido	GPIO	PIN_EXT_LED
27	PB1	sin conexión		Sin conexión (era la NTC de la V5.5)	—	—
28	PB2	/BOOT1_STRAP	R12 10k → GND	BOOT1: R12 10 k a GND. No reutilizarlo	BOOT1	—
29	PB10	sin conexión		Sin conexión	—	—
30	VCAP1	/VCAP1	C10 4.7uF → GND	Regulador interno del núcleo (C10 4.7 µF)	VCAP1	—
31	VSS	GND	(189 nodos)	Tierra	—	—
32	VDD	/3V3	(55 nodos)	Alimentación	—	—
33	PB12	/ETH_CS	U2.32 (~SCS)	CS del W5500	GPIO	PIN_ETH_CS
34	PB13	/ETH_SCK	U2.33 (SCLK)	SCK del W5500	SPI2_SCK AF5	PIN_ETH_SCK
35	PB14	/ETH_MISO	U2.34 (MISO)	MISO del W5500 (salida del W5500: nunca manejarla)	SPI2_MISO AF5	PIN_ETH_MISO
36	PB15	/ETH_MOSI	U2.35 (MOSI)	MOSI del W5500	SPI2_MOSI AF5	PIN_ETH_MOSI
37	PC6	sin conexión		Sin conexión (reservado para USART6_TX)	—	—
38	PC7	/RTCM_TAP	R41 1k → /DOUT_4G	Escucha de las correcciones: DOUT_4G (RTCM3 del módem al F9P) por R41 1 k. Solo RX, 115200 8N1	USART6_RX AF8	PIN_RTCM_TAP
39	PC8	sin conexión		Sin conexión	—	—
40	PC9	sin conexión		Sin conexión	—	—
41	PA8	/CHRG_EN	R24 100k → GND · U14.4 (CHG OFF)	CHG OFF del LTC4040 (U14.4): HIGH = carga apagada. R24 a GND: con el MCU en alta Z la carga sigue (la NTC protege por hardware)	GPIO	PIN_CHRG_EN

Pin	Nombre	Red	Conectado a	Función	Periférico / AF	Macro en board_v56.h
42	PA9	/USART1_TX	K1.10	Hacia el RX del módem por K1 (contacto NA) cuando K1 está activado	USART1_TX AF7	PIN_USART1_TX
43	PA10	/USART1_RX	K1.1 · MOD1.23 (TX2_D8) · R27 22k → /3V3	Toma pasiva del TX2 del F9P (MOD1 D8): NMEA. Pull-up R27 22k	USART1_RX AF7	PIN_USART1_RX
44	PA11	/DFU_DM	D5 PESD5V0S1BA → GND · J7.A7 (D-) · J7.B7 (D-)	USB del MCU (J7): DFU y consola CDC	OTG_FS_DM AF10	—
45	PA12	/DFU_DP	D7 PESD5V0S1BA → GND · J7.A6 (D+) · J7.B6 (D+)	USB del MCU (J7)	OTG_FS_DP AF10	—
46	PA13	/SWDIO	TP3.1	SWD, datos (TP3)	SWDIO	—
47	VSS	GND	(189 nodos)	Tierra	—	—
48	VDD	/3V3	(55 nodos)	Alimentación	—	—
49	PA14	/SWCLK	TP5.1	SWD, reloj (TP5)	SWCLK	—
50	PA15	/ETH_RST	R5 4.7k → GND · U2.37 (~RST)	Reset del W5500: R5 4.7 k a GND, arranca en reset; HIGH = corre	GPIO	PIN_ETH_RST
51	PC10	sin conexión		Sin conexión	—	—
52	PC11	sin conexión		Sin conexión	—	—
53	PC12	sin conexión		Sin conexión	—	—
54	PD2	sin conexión		Sin conexión	—	—
55	PB3	/CHRG_STAT	R69 100k → /3V3 · U14.8 (CHRG)	CHRG del LTC4040 (colector abierto, R69): LOW = cargando	GPIO · EXTI3	PIN_CHRG_STAT
56	PB4	/CHRG_FAULT	R70 100k → /3V3 · U14.9 (FAULT)	FAULT del LTC4040 (colector abierto, R70): LOW = falla o pausa por la NTC	GPIO · EXTI4	PIN_CHRG_FAULT
57	PB5	/BYP_CTRL	R31 1k → /Q5_BASE	Bobina de K1 por Q5: LOW = relevador suelto (F9P → módem directo, a prueba de fallas)	GPIO	PIN_BYP_CTRL
58	PB6	/I2C_SCL	R33 4.7k → /3V3 · U1.12 (SCx) · U5.13 (SCL/SCLK) · U6.2 (SCL) · U8.1 (SCL) · U11.14 (SCL) · U12.1 (SCL)	Bus I²C1 (SCL); pull-up R33 4.7 k	I2C1_SCL AF4	PIN_I2C_SCL
59	PB7	/I2C_SDA	R34 4.7k → /3V3 · U1.2 (SDx) · U5.14 (SDA/VSS) · U6.1 (SDA) · U8.6 (SDA) · U11.15 (SDA) · U12.6 (SDA)	Bus I²C1 (SDA); pull-up R34 4.7 k	I2C1_SDA AF4	PIN_I2C_SDA
60	BOOT0	/BOOT0	R35 10k → GND · SW1.2	BOOT0: R35 10 k a GND; SW1 lo sube a 3V3 (DFU)	BOOT0	—
61	PB8	/SER_IRQ	R36 10k → /3V3 · U5.15 (~IRQ)	IRQ del SC16IS752 (U5), drenador abierto, R36 10 k	GPIO · EXTI8	PIN_SER_IRQ
62	PB9	/ACC_INT1	U1.5 (INT1)	INT1 del acelerómetro SC7A20 (U1); despertar por movimiento desde STOP	GPIO · EXTI9	PIN_ACC_INT1
63	VSS	GND	(189 nodos)	Tierra	—	—
64	VDD	/3V3	(55 nodos)	Alimentación	—	—

Bus I²C1:

Dirección (7 bits)	Ref	Pieza	Para qué	Cómo se fija
0x18	U1	SC7A20TR	Acelerómetro de 3 ejes: vibración y despertar por movimiento (INT1 → PB9)	SDO a GND
0x20	U11	PCF8574	Expansor: medidor de batería D17–D14 (P0–P3) y LED RGB externo J10 (P4–P6); P7 libre. Solo hunde corriente	A0–A2 a GND
0x44	U6	SHT40-AD1B	Temperatura y humedad del aire	fija (variante AD1B)
0x48	U12	TMP102	Temperatura junto al cargador (U14/L3)	ADD0 a GND
0x49	U8	TMP102	Temperatura junto al zócalo del módem	ADD0 a 3V3

Dirección (7 bits)	Ref	Pieza	Para qué	Cómo se fija
0x4D	U5	SC16IS752IPW	UART doble: canal A → RS-485 (U7), canal B → RS-232 (U10) o TTL (J14)	A1 = A0 = GND (0x48 chocaría con el TMP102)

Bus I²C1 en PB6 (SCL) / PB7 (SDA), pull-ups R33 / R34 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	CUTOFF-SW	JST_XH_B2B-XH-A_1x02_P2.50mm_Vertical (THT)	Interruptor de corte (externo)	JP2 en paralelo (abierto): puente de banco
J3	FAN 2-pin	JST_XH_B2B-XH-A_1x02_P2.50mm_Vertical (THT)	Ventilador (2 hilos)	Q1 conmuta el retorno (PA6)
J4	PANEL_LED	JST_XH_B2B-XH-A_1x02_P2.50mm_Vertical (THT)	LED de panel	
J5	BATT-1S4P+NTC	JST_XH_B3B-XH-A_1x03_P2.50mm_Vertical (THT)	Paquete de batería 1S4P con NTC	NTC 10 k B3380 en el paquete
J6	HR911105A	RJ45_Hanrun_HR911105A_Horizontal (THT)	Ethernet (RJ45 con magnéticos y LEDs)	Hanrun HR911105A: magnéticos y LEDs (LINK = 9/10, ACT = 11/12), ánodos por R22/R21 330 Ω; sin PoE. Keep-out de vaciados debajo
J7	USB-C DFU	USB_C_Receptacle_GCT_USB4085 (THT)	USB-C del MCU (DFU y consola)	También alimenta el MCU por D8 (DFU sin fuente)
J8	XBEE-ROW-1 (VCC/DOUT/DIN)	PinSocket_1x10_P2.00mm_Vertical (THT)	4G NTRIP Master, fila 1 (zócalo XBee)	Paso 2.00 mm. El zócalo XBee es de 3.3 V: nunca 5 V
J9	XBEE-ROW-2	PinSocket_1x10_P2.00mm_Vertical (THT)	4G NTRIP Master, fila 2 (zócalo XBee)	Paso 2.00 mm
J10	RGB_LED_EXT	JST_XH_B4B-XH-A_1x04_P2.50mm_Vertical (THT)	LED RGB externo (ánodo común)	Pin 1 = ánodo común a /3V3; U11 hunde la corriente
J11	RS485_OUT	PhoenixContact_MC_1,5_3-G-3.5_1x03_P3.50mm_Horizontal (THT)	RS-485 del cliente	A / B / GND. JP6 conecta la terminación de 120 Ω (R71)
J12	RS232_OUT	PhoenixContact_MC_1,5_3-G-3.5_1x03_P3.50mm_Horizontal (THT)	RS-232 del cliente	
J13	USB-C	USB_C_Receptacle_GCT_USB4085 (THT)	USB-C del módem (servicio)	Solo al USB de servicio del módem; no alimenta la tarjeta
J14	TTL_UARTB	PinHeader_1x04_P2.54mm_Vertical (THT)	UART-B TTL 3.3 V	Toma TTL del canal B. No usar junto con el RS-232 (J12): comparten SER_RXB
J15	GX16-5	TerminalBlock_Phoenix_MKDS-1,5-5_1x05_P5.00mm_Horizontal (THT)	Alimentación del vehículo e ignición (arnés GX16-5)	Clema Phoenix MKDS de 5 polos; mismo orden de pines en V5.5, V5.6, V5.7 y v6

J15 (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 es el mismo en V5.5, V5.6, V5.7 y v6**, así que el arnés no cambia (pinout de la V5.6):

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

La serigrafía de la V5.7 dice «IGN 12-24V» y «HBOX v5.7 - 2026-10».

MOD1 (simpleRTK2B Pro en los conectores UNO). Solo se usan estos pines del escudo (generado del netlist):

Pin de MOD1	Señal del simpleRTK2B	Red	A dónde va
2	IOREF	/3V3	(55 nodos)
5	5V	/SW_5V	C68 220uF/16V polymer → GND · C69 22uF → GND · Q4.3 (D)
6	GND	GND	(189 nodos)
7	GND	GND	(189 nodos)
15	TX1_D0	/GNSS_RX	U3.17 (PA3)
16	RX1_D1	/GNSS_TX	U3.16 (PA2)
17	RX2_D2	/DOUT_4G	J8.2 · R41 1k → /RTCM_TAP
23	TX2_D8	/USART1_RX	K1.1 · R27 22k → /3V3 · U3.43 (PA10)

Pin de MOD1	Señal del simpleRTK2B	Red	A dónde va
29	GND	GND	(189 nodos)

K1 (puente a prueba de fallas y modo B). G5V-1 de 5 V, bobina entre /SYS5V y /KC0IL (Q5 ← PB5; D4 de rueda libre). El común (pines 5/6) es el RX del módem (/DIN_4G):

- NC (pin 1) = TX2 del F9P;
- NA (pin 10) = PA9.

Sin bobina (K1 suelto), el F9P le habla directo al módem; con bobina (modo B), le habla el MCU.

Zócalo XBee de 3.3 V

J8 y J9 son de paso 2.00 mm y llevan 3.3 V (/3V3_MODEM), no 5 V. El 4G NTRIP Master tiene un puerto USB-XBee propio que no se conecta en servicio. El USB de servicio del módem es J13.

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 — 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

J3 — Ventilador (2 hilos) (FAN 2-pin)

Pin(es)	Red	Función
1	/5V_FAN	5 V del ventilador: /VEH5V por JP1 (puenteado)
2	/FAN_RET	Retorno del ventilador (Q1 lo baja a GND)

J4 — LED de panel (PANEL_LED)

Pin(es)	Red	Función
1	/LED_A	Ánodo del LED de panel (R1 120 Ω a 3V3; D1 en la tarjeta)
2	/LED_K	Cátodo del LED de panel (Q2 lo baja a GND)

J5 — 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 (U14.17) y, dividida, a PC5

J6 — Ethernet (RJ45 con magnéticos y LEDs) (HR911105A)

Pin(es)	Red	Función
1	/ETH_TXP	Par TX + (U2.2) (TD+)
2	/ETH_TXN	Par TX – (U2.1) (TD-)
3	/ETH_RXP	Par RX + (U2.6) (RD+)
4	/3V3_ETH	Derivación central TX (TCT) a /3V3_ETH (TCT)
5	/ETH_RCT	Derivación central RX (RCT): C15 6.8 nF y R9/R10 49.9 Ω (RCT)
6	/ETH_RXN	Par RX – (U2.5) (RD-)

Pin(es)	Red	Función
7	sin conexión	sin conexión (NC)
8	sin conexión	sin conexión
9	/ETH_LNK_A	Ánodo del LED LINK (R22 330 Ω)
10	/ETH_LINKLED	Cátodo del LED LINK ← U2.25
11	/ETH_ACT_A	Ánodo del LED ACT (R21 330 Ω)
12	/ETH_ACTLED	Cátodo del LED ACT ← U2.27
SH	GND	Tierra

J7 — 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 del MCU (alimenta /LDO_IN por D8) (VBUS)
A5	/DFU_CC1	CC1: R39 5.1 k a GND (dispositivo) (CC1)
A6, B6	/DFU_DP	USB D+ del MCU (PA12) (D+)
A7, B7	/DFU_DM	USB D– del MCU (PA11) (D-)
B5	/DFU_CC2	CC2: R38 5.1 k a GND (dispositivo) (CC2)

J8 — 4G NTRIP Master, fila 1 (zócalo XBee) (XBEE-ROW-1 (VCC/DOUT/DIN))

Pin(es)	Red	Función
1	/3V3_MODEM	VCC del módem: 3.33 V de U13 (AP64350)
2	/DOUT_4G	TX del módem: RTCM3 → RX2 del F9P (MOD1 D2) y, por R41, a PC7
3	/DIN_4G	RX del módem ← común de K1 (suelto: TX2 del F9P; activado: PA9)
4, 10	GND	Tierra
5	/MODEM_RST	RESET del módem: SW3 a GND y PC1 por R43 1 k
6	/USB_VBUS	VBUS del USB de servicio del módem (a J8.6)
7	/USB_DP	USB D+ del módem (a J8.7, D20 ESD)
8	/USB_DM	USB D– del módem (a J8.8, D20 ESD)
9	sin conexión	sin conexión

J9 — 4G NTRIP Master, fila 2 (zócalo XBee) (XBEE-ROW-2)

Pin(es)	Red	Función
1, 6, 10	GND	Tierra
2	sin conexión	sin conexión
3	/XBEE_ONSLP	ON/SLEEP del módem (R37 a PC4, sin montar)
4	sin conexión	sin conexión
5	sin conexión	sin conexión
7	/3V3_MODEM	VCC del módem: 3.33 V de U13 (AP64350)
8	/MODEM_LED	LED del módem: D13 (R49 1 k) y PC2 (R48 10 k)
9	sin conexión	sin conexión

J10 — 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 (R54 120 Ω ← U11.P4)
3	/RGBG_K	Cátodo verde (R53 120 Ω ← U11.P5)
4	/RGBB_K	Cátodo azul (R52 120 Ω ← U11.P6)

J11 — RS-485 del cliente (RS485_OUT)

Pin(es)	Red	Función
1	/RS485_A	RS-485 A (+); terminación R71 120 Ω con JP6
2	/RS485_B	RS-485 B (–)
3	GND	Tierra

J12 — RS-232 del cliente (RS232_OUT)

Pin(es)	Red	Función
1	/RS232_TX	RS-232 TX (T1OUT de U10)
2	/RS232_RX	RS-232 RX (R1IN de U10)
3	GND	Tierra

J13 — USB-C del módem (servicio) (USB-C)

Pin(es)	Red	Función
A1, B1, SH, A12, B12	GND	Tierra (GND / SHIELD)
A4, A9, B4, B9	/USB_VBUS	VBUS del USB de servicio del módem (a J8.6) (VBUS)
A5	/USB_CC1	CC1: R72 5.1 k a GND (dispositivo) (CC1)
A6, B6	/USB_DP	USB D+ del módem (a J8.7, D20 ESD) (D+)
A7, B7	/USB_DM	USB D– del módem (a J8.8, D20 ESD) (D–)
B5	/USB_CC2	CC2: R73 5.1 k a GND (dispositivo) (CC2)

J14 — 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); comparte la red con la salida R1OUT de U10
4	GND	Tierra

J15 — Alimentación del vehículo e ignición (arnés GX16-5) (GX16-5)

Pin(es)	Red	Función
1	/24V_IN	Entrada del vehículo, 9–32 V CC, antes del fusible F2
2, 4	GND	Tierra
3	/IGN_IN	Ignición cruda del vehículo (R15 22 k al divisor de PA5)
5	sin conexión	sin conexión

8. Esquemático

El esquemático de la V5.7 es **una sola hoja A1** (841 × 594 mm). Los bloques están marcados en el dibujo:

- M: puertos serie;
- N: Ethernet;
- O: expansor I/O;
- P: MCU;
- «4G NTRIP MASTER».

También trae las notas de la ECO de la V5.6 (heredadas), de T31 y del acelerómetro. El recuadro vacío «SMT32411 Blackpill 3.0» es un resto de la v3 y no tiene piezas.

Para verlo completo, con zoom, está el [PDF del esquemático](#). Abajo va la hoja entera y la misma hoja en cinco partes,

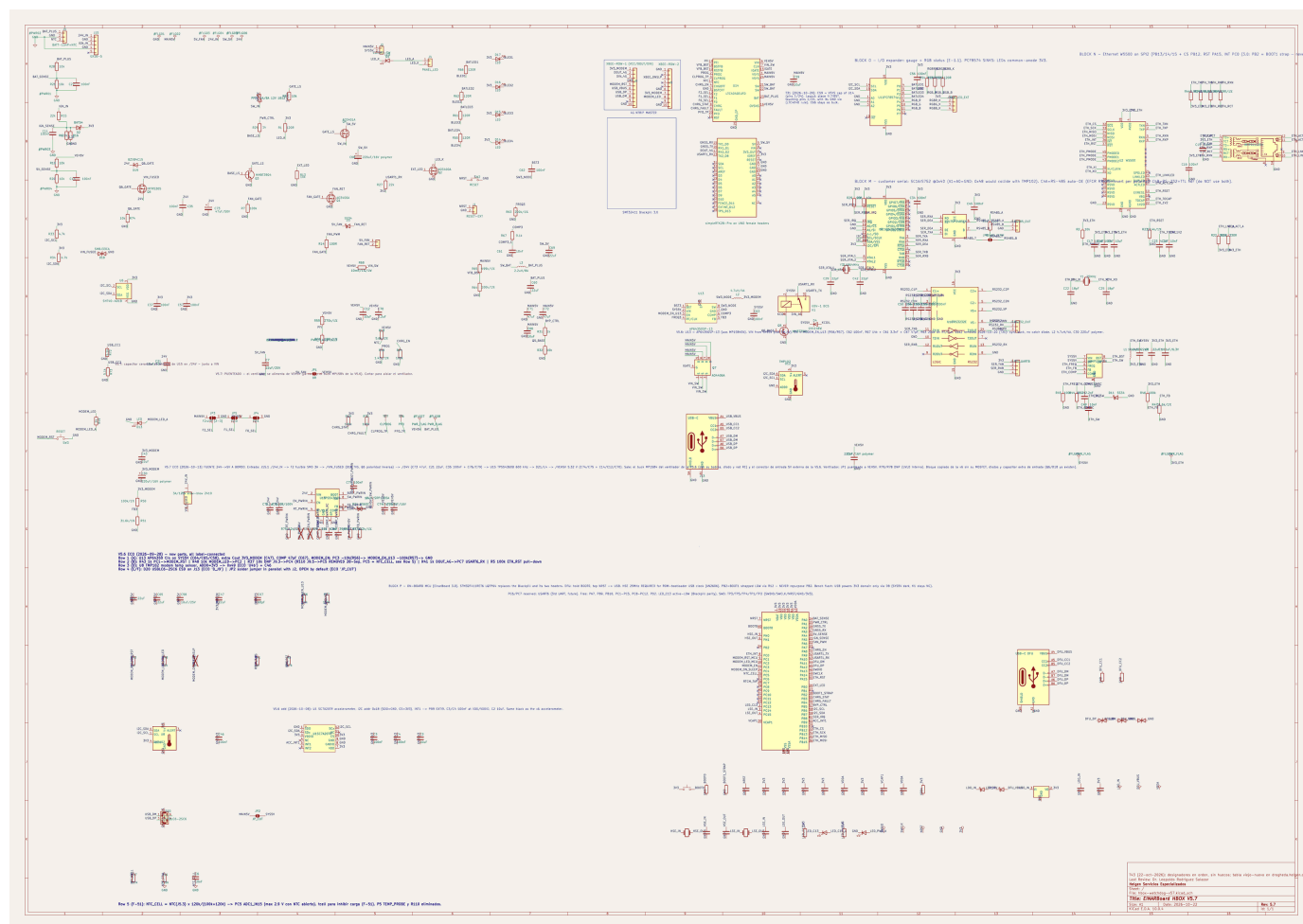


Figura 8.1. La hoja completa (A1). [Clic para abrirla en grande](#); para leerla con detalle, el [PDF](#).



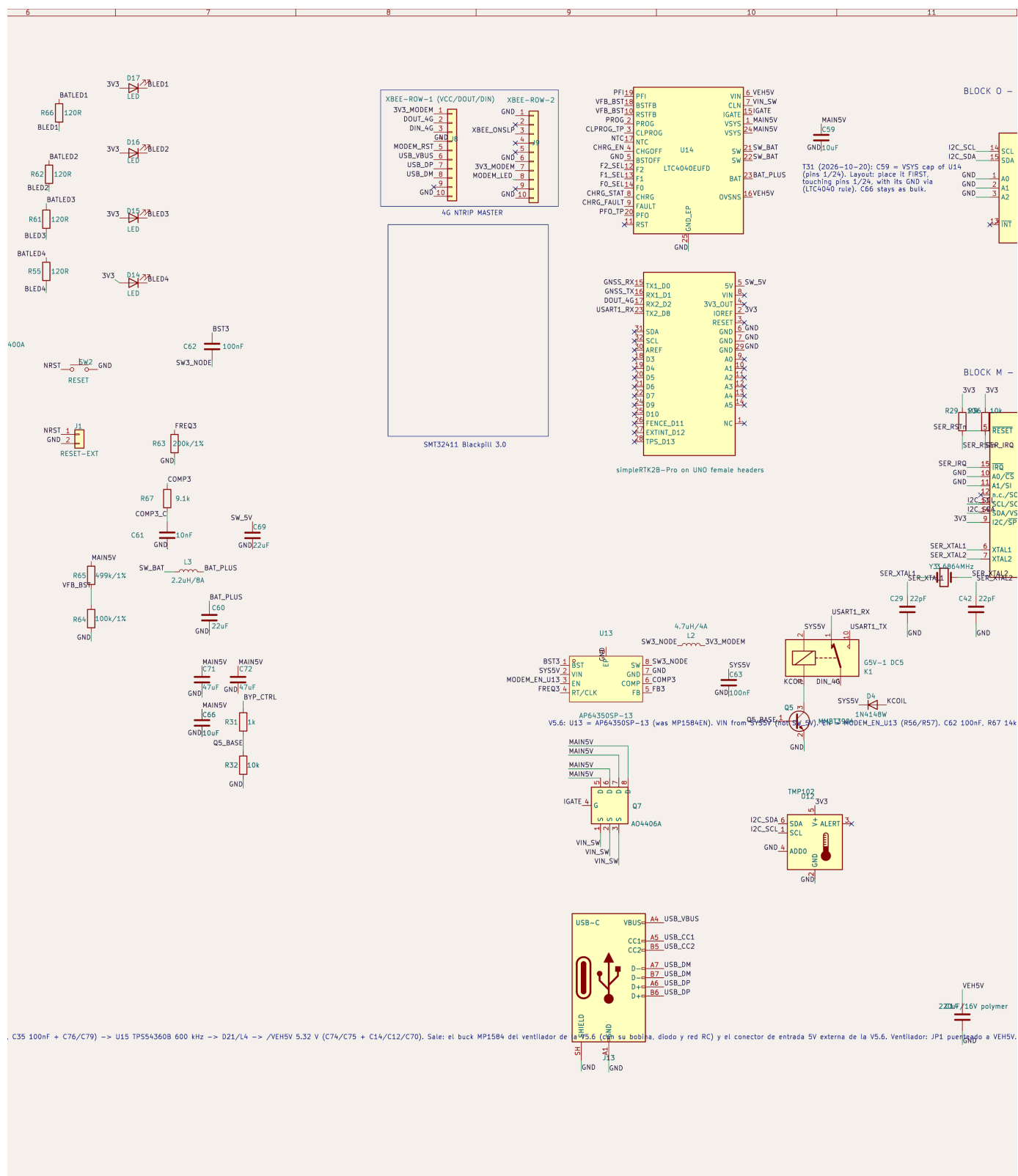


Figura 8.3. Parte 2 (arriba, centro): los zócalos del 4G NTRIP Master (J8, J9) y del simpleRTK2B (MOD1); el cargador U14 con Q7 y L3; la fuente del módem U13 con L2; K1 con Q5; el USB del módem (J13); U12 (TMP102 del cargador); SW2 y J1 (reset) y Y3.

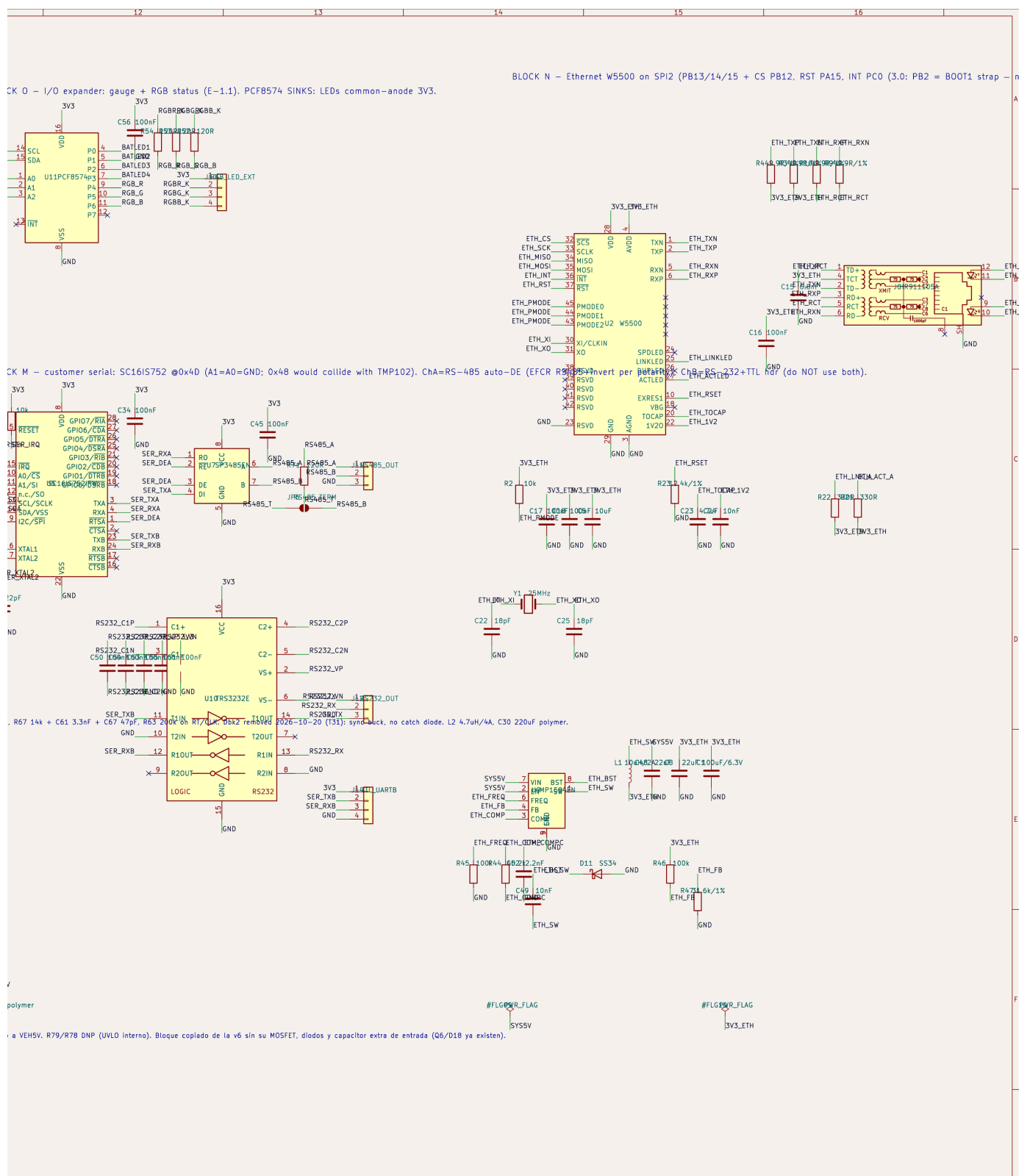
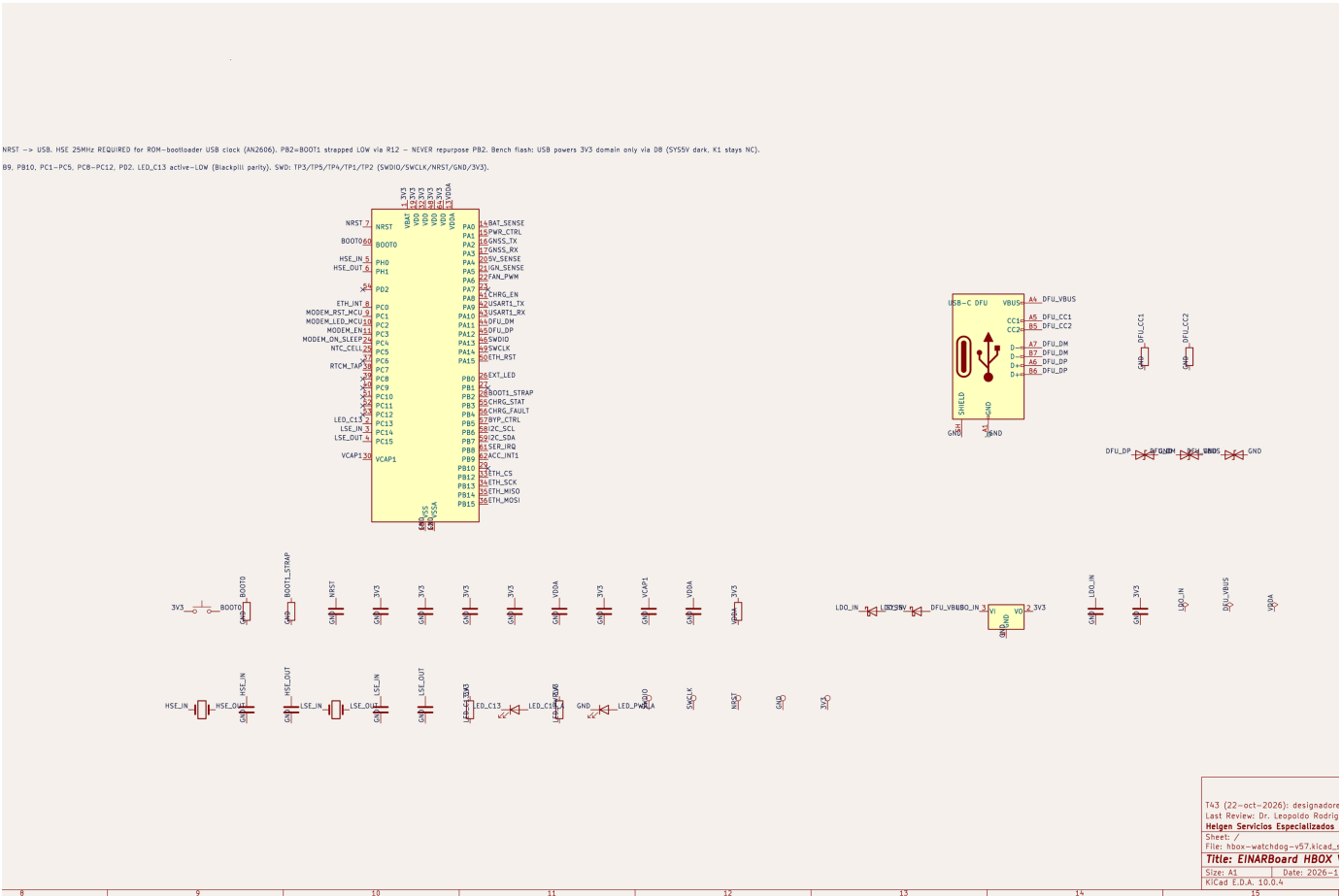


Figura 8.4. Parte 3 (arriba a la derecha): el expansor U11 (medidor de batería y RGB J10); la UART doble U5 con RS-485 (U7, J11), RS-232 (U10, J12) y TTL (J14); Ethernet: U2 con Y1 y J6, y su fuente U9 con L1.



Figura 8.5. Parte 4 (abajo a la izquierda): las notas de la ECO, el acelerómetro U1, U8 (TMP102 del módem) y capacitores de los rieles.



9. PCB

9.1 Stack-up y capas

Capa	Tipo	Espesor	Material / ϵ_r
F.Mask	Top Solder Mask	0.01 mm	—
F.Cu	copper	0.035 mm	cobre
dielectric 1	prepreg	0.2104 mm	7628, ϵ_r 4.4
In1.Cu	copper	0.0175 mm	cobre
dielectric 2	core	1.065 mm	FR4, ϵ_r 4.6
In2.Cu	copper	0.0175 mm	cobre
dielectric 3	prepreg	0.2104 mm	7628, ϵ_r 4.4
B.Cu	copper	0.035 mm	cobre
B.Mask	Bottom Solder Mask	0.01 mm	—
Total		1.61 mm	acabado: sin fijar en el archivo (ENIG en el pedido)

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 (J6)
B.Cu	GND	vaciado de GND en la cara inferior
In1.Cu	GND	plano de GND sólido: referencia de todas las pistas de F.Cu
In2.Cu	/3V3	plano de /3V3

Vías: 403 en total, 205 de ellas de GND: 268 de 0.8/0.3 mm y 126 de 0.6/0.3 mm y 8 de 0.8/0.4 mm y 1 de 0.5/0.3 mm. T30 dobló las vías en cada cambio de capa de potencia. Las vías únicas que quedan son las aceptadas el 19 y el 21 de octubre.

Pistas por capa. In1 es el plano de GND: la referencia de las pistas de F.Cu.

- Los tramos que pasan por In1 son señales lentas: /IGN_IN de 0.3 mm (T42a), las líneas del módem hacia el MCU y los LEDs del medidor.
- In2 es el plano de /3V3 y lleva los buses serie y las señales del cargador.

Capa	Tramos	Pistas (mm)	Redes con más pista en la capa
F.Cu	1569	3458	GND 280 · /SYS5V 230 · /SW_5V 229 · /3V3 146 · /VEH5V 121 · /3V3_MODEM 101
In1.Cu	151	954	/IGN_IN 116 · /MODEM_LED_MCU 89 · /RBBB_K 78 · /RTCM_TAP 73 · /MODEM_RST_MCU 67 · /BATLED1 50
In2.Cu	195	1280	/SER_TXB 150 · /SER_RXB 133 · /CHRG_FAULT 95 · /SW_IN 95 · /CHRG_STAT 91 · /NTC 87
B.Cu	340	1493	/BAT_PLUS 132 · /3V3_ETH 125 · /I2C_SCL 115 · /I2C_SDA 104 · /VEH5V 100 · /MAIN5V 88

9.2 Distribución

Es la placa de la V5.6, de 140 × 100 mm, con los mismos barrenos. Lo distinto es la esquina noreste, donde va la fuente, y los conectores que se recorrieron para hacerle lugar. De norte a sur:

- Borde norte:** fila de JST de 2.5 mm: J1 (reset externo), J2 (corte), J3 (ventilador), J4 (LED de panel), J5 (paquete) y J10 (RGB). F1 va entre J2 y J3, y JP1 queda en la esquina, junto a la fuente.
- Noreste: la fuente U15** con L4, D21, C74/C75 (salida) y C76/C79 (entrada), y Q4 (interruptor de la etapa RTK) en la orilla.
- Noroeste:** Ethernet: J6, U2 y Y1. U1 (acelerómetro) queda en la esquina, cerca de J1.
- Oeste:** J7 (USB del MCU), SW1 (BOOT0) y SW2 (RESET), y U4 (LDO 3V3).
- Centro-norte:** U3 (MCU), con Y2 (HSE) y Y3 a su derecha, como en la V5.6. U6 (SHT40) va debajo del MCU.
- Centro-este:** la columna U5 → U7 → U10 → U11 y, arriba, K1.
- Este:** el zócalo XBee (J8/J9) con U8 (TMP102 del módem) entre las dos filas, SW3 (reset del módem) y los LEDs del medidor (D14–D17) en la orilla derecha.

- **Sureste:** U14 (LTC4040), L3, R68 (Kelvin), Q7 y U12; la entrada protegida (F2, D18, Q6) junto a J15. Al centro-sur, U13 y L2 (fuente del módem).
- **Borde sur:** J11 (RS-485), J12 (RS-232), J13 (USB del módem) y J15 (vehículo).
- **Suroeste:** el campo del simpleRTK2B (MOD1, solo piezas SMD debajo) y J14 (TTL) en la esquina.
- **Centro:** U9 (fuente de Ethernet), a 35 mm de su bobina L1 (R13, §13.5).

9.3 Capas de cobre

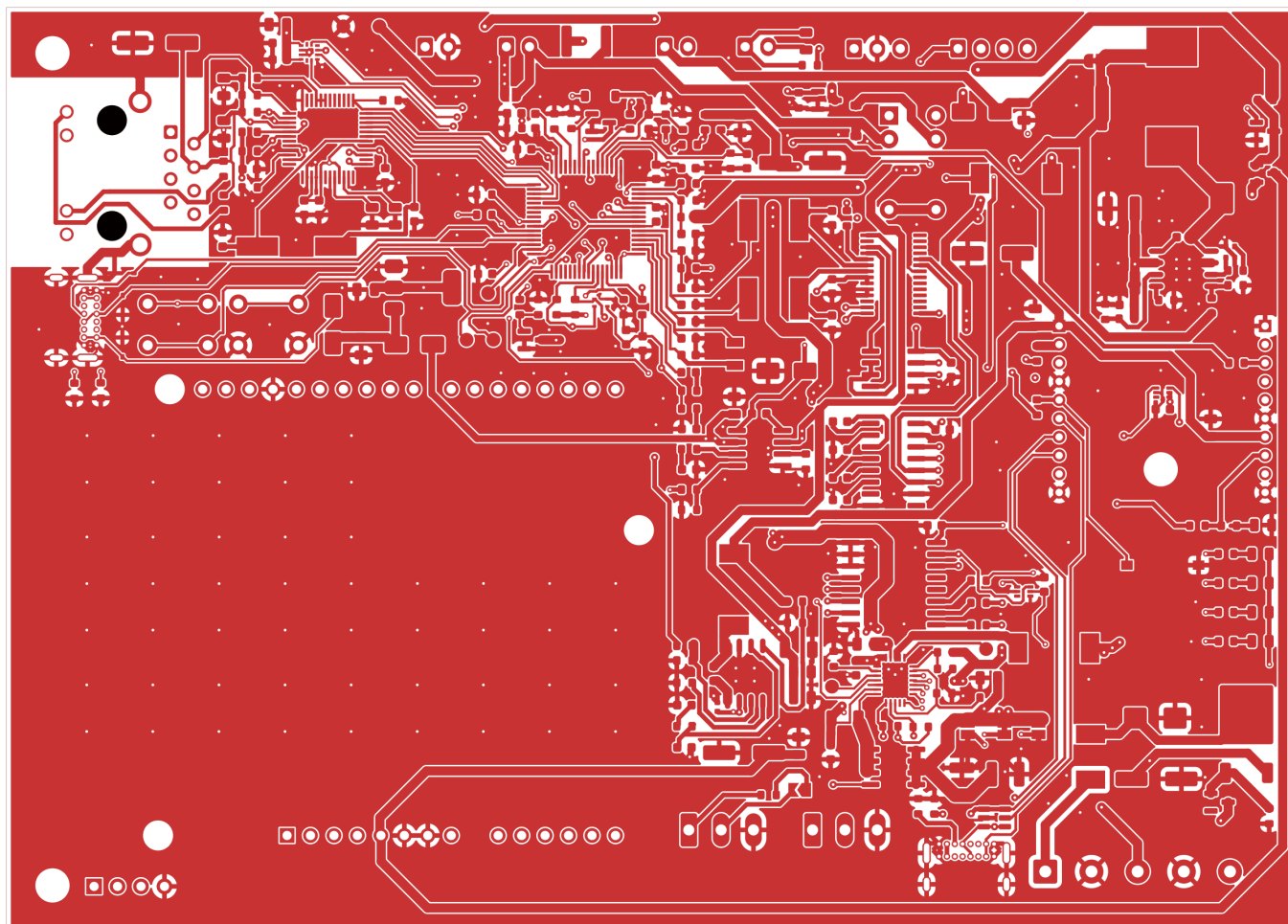


Figura 9.1. F.Cu (cara superior): vaciado de GND, pistas y pads. Aquí va casi todo, la potencia incluida (3 458 mm de pistas).

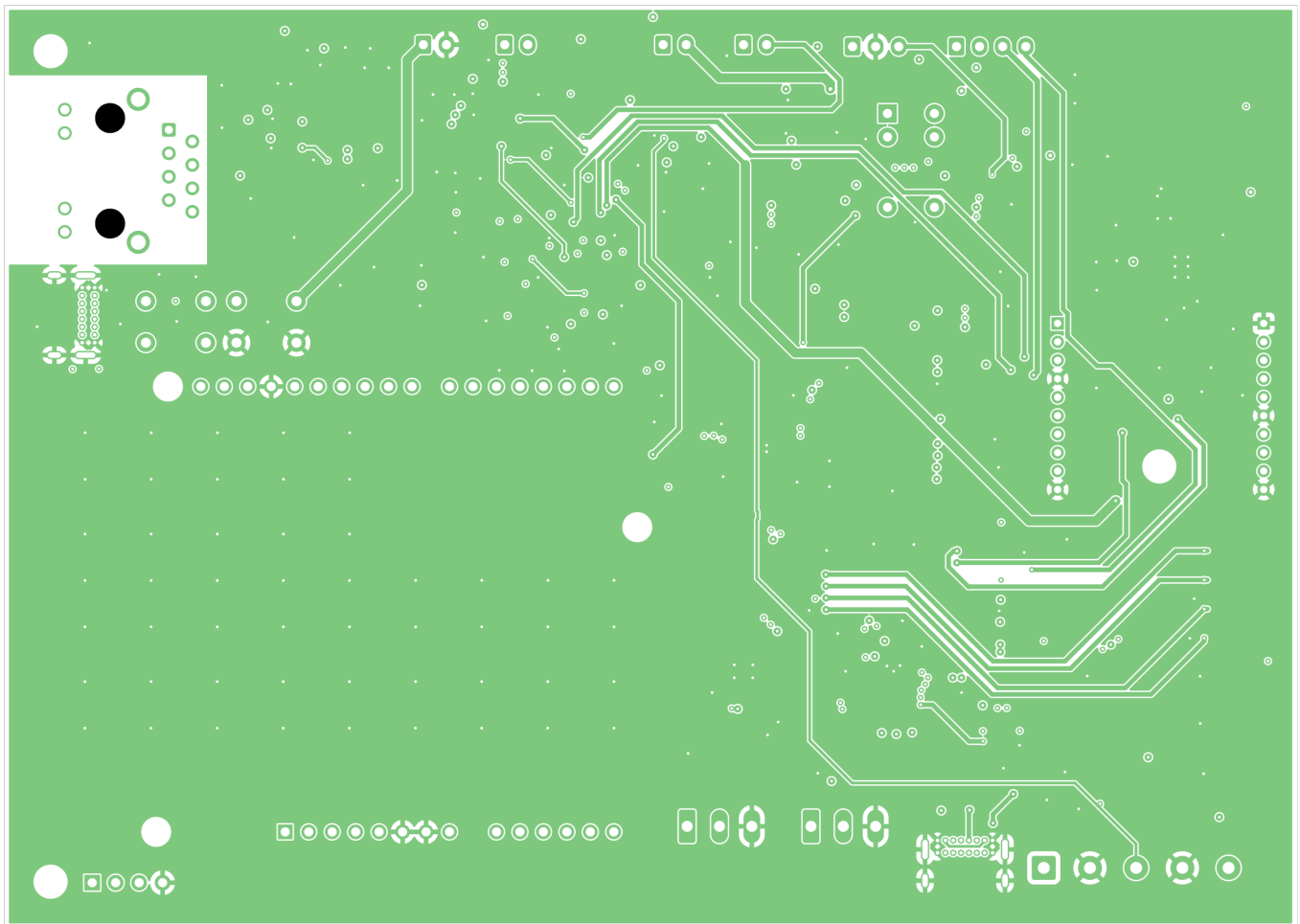


Figura 9.2. In1.Cu: plano de GND. Los cortes blancos son las pistas que pasan por esta capa (954 mm, señales lentas).

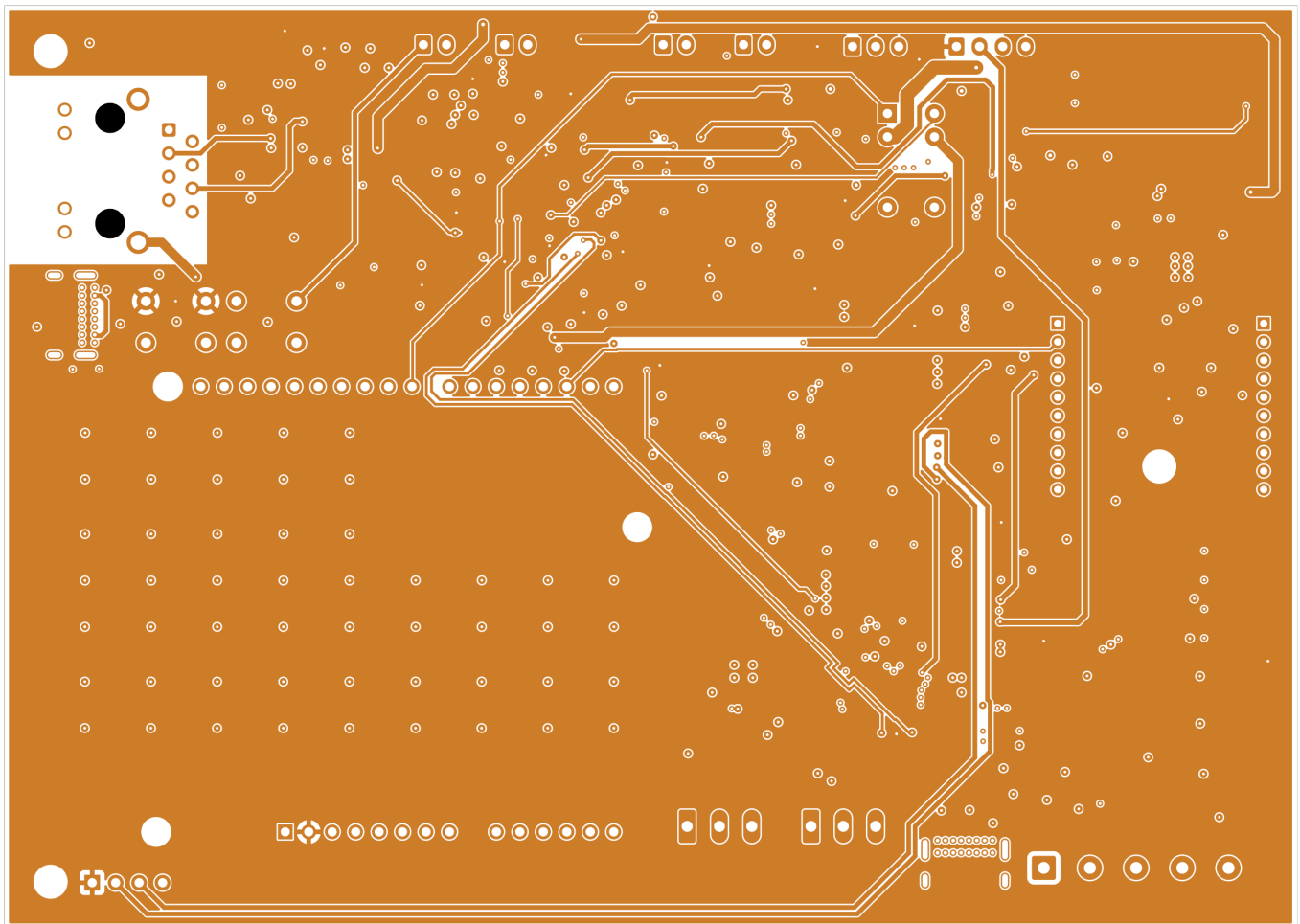


Figura 9.3. In2.Cu: plano de /3V3 con 1 280 mm de pistas (buses serie y señales del cargador).

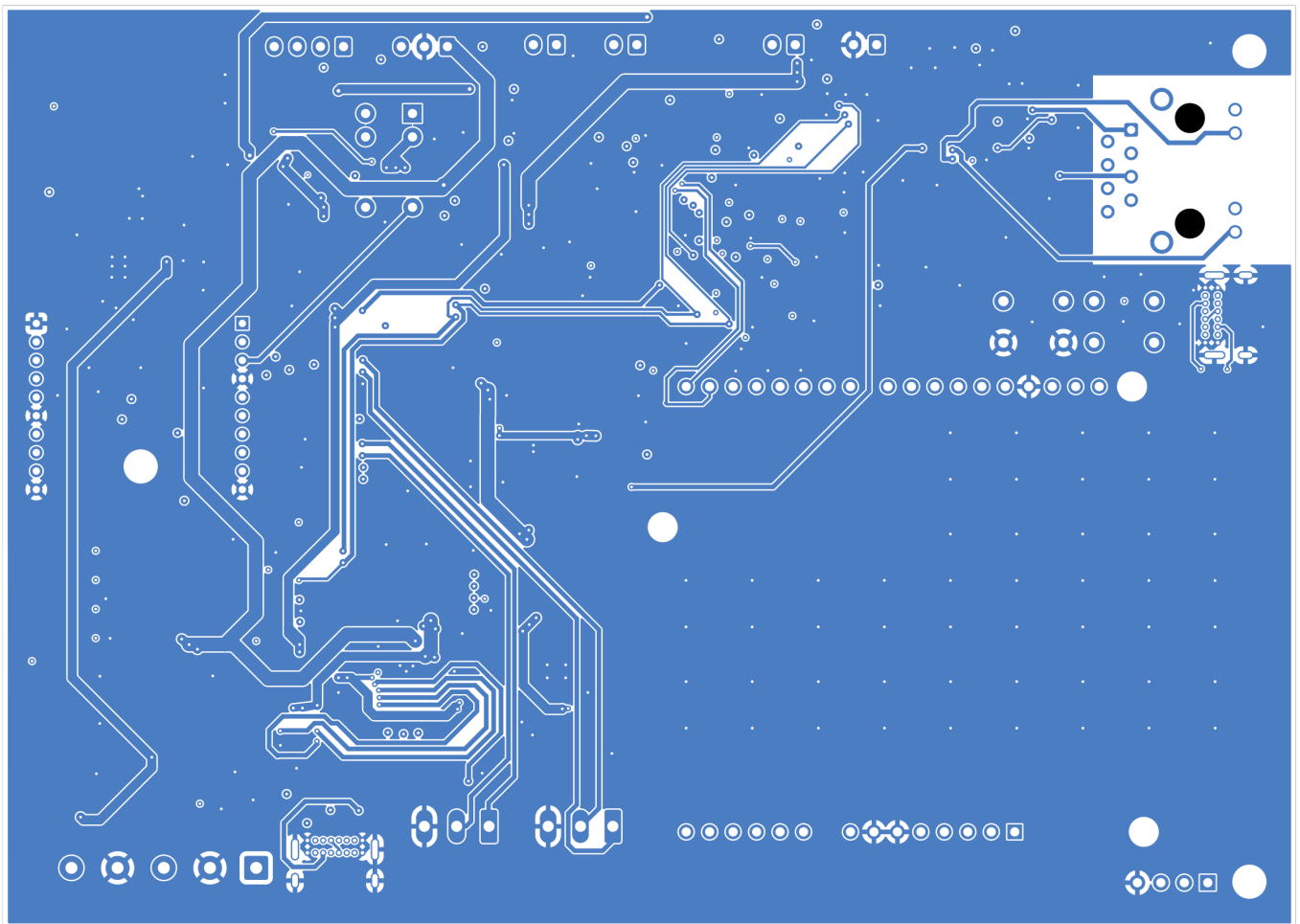


Figura 9.4. B.Cu, vista desde abajo (en espejo): vaciado de GND y 1 493 mm de pistas.

9.4 Serigrafía

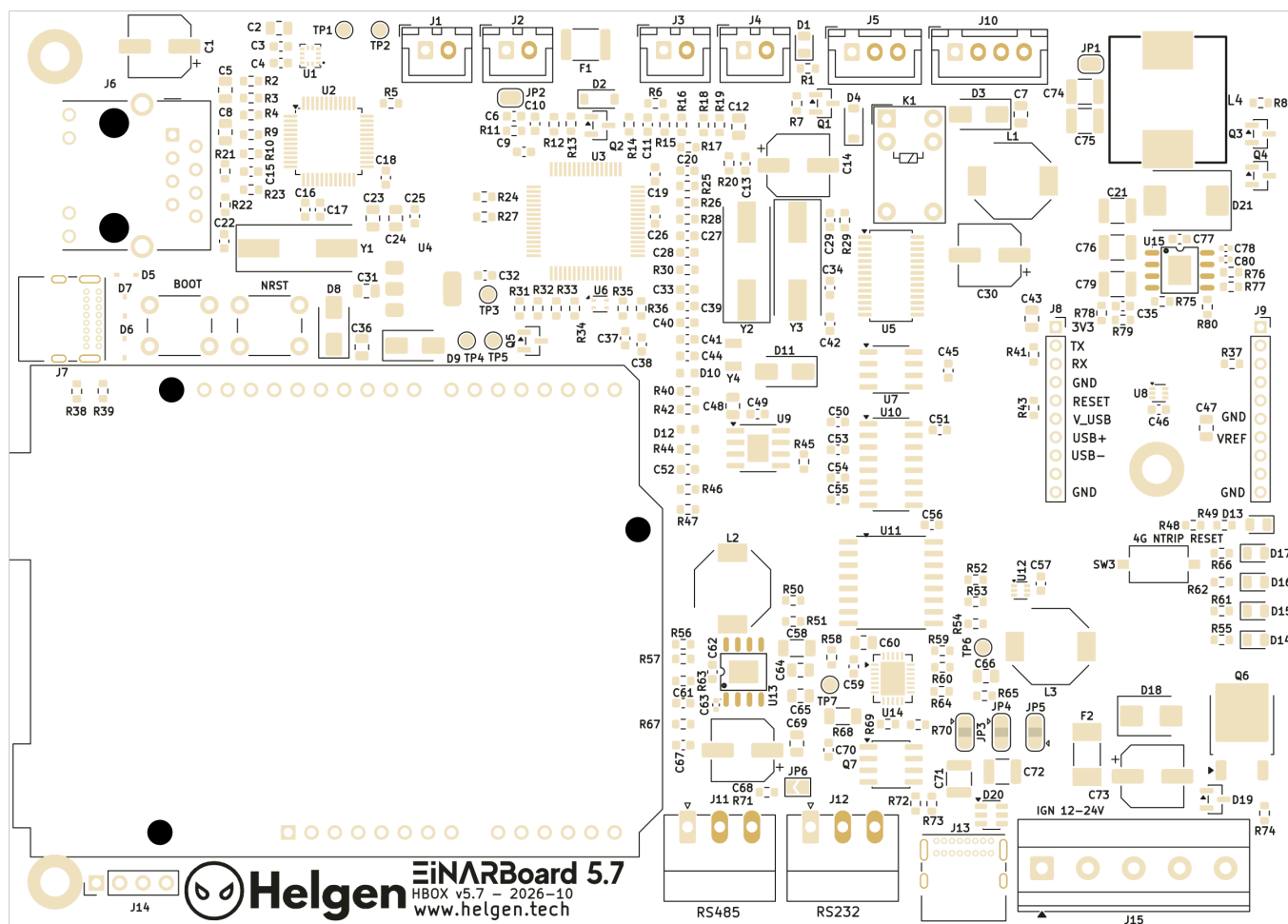


Figura 9.5. Serigrafía superior (negro) con las aberturas de máscara (dorado).

Serigrafía de hoy (T44, 23-oct; D-22-9 b): los 244 designadores visibles miden 0.8 mm con trazo de 0.15 mm, el mínimo de JLC: 112 crecieron en su lugar, 131 se recolocaron junto a su pieza y 1 ya cumplía; ninguno se quedó sin lugar. Las leyendas también llevan trazo de 0.15 mm. No se movió ninguna pieza ni se tocó el cobre (T44, §6). Después, T44b (23-oct) dejó al menos 0.40 mm entre un designador y cualquier otro texto, para que dos designadores vecinos no se lean como uno solo: movió 44 designadores más, sin pendientes. La cara inferior no lleva piezas, solo los pines de inserción; en su serigrafía solo va «MOD1» (1 mm, el designador que ya cumplía). El plano de ensamble con todos los designadores es el mapa de T43 del §9.6.

Helgen Technologies — uso interno

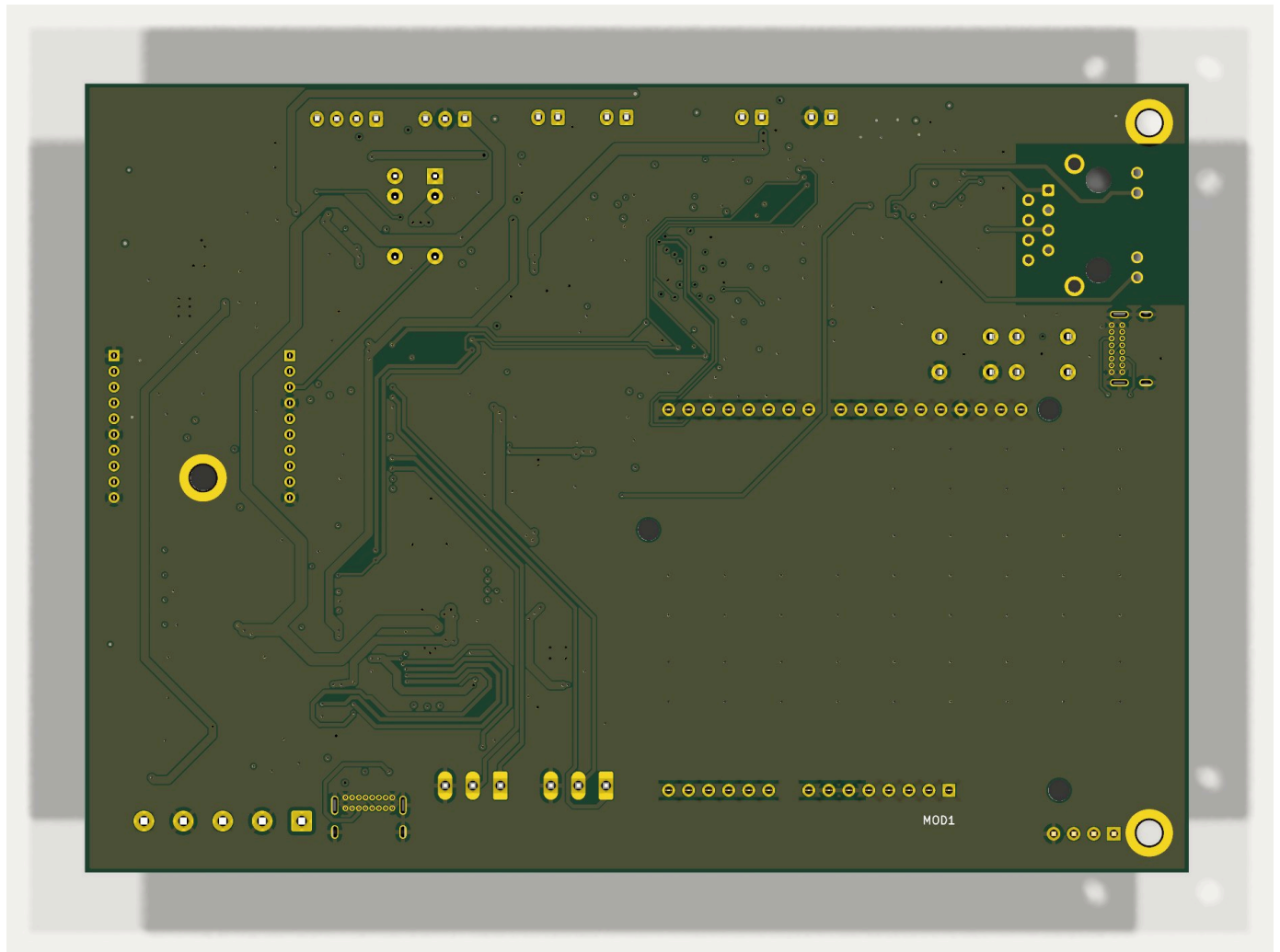


Figura 9.7. Vista 3D desde abajo: solo los pines de inserción.

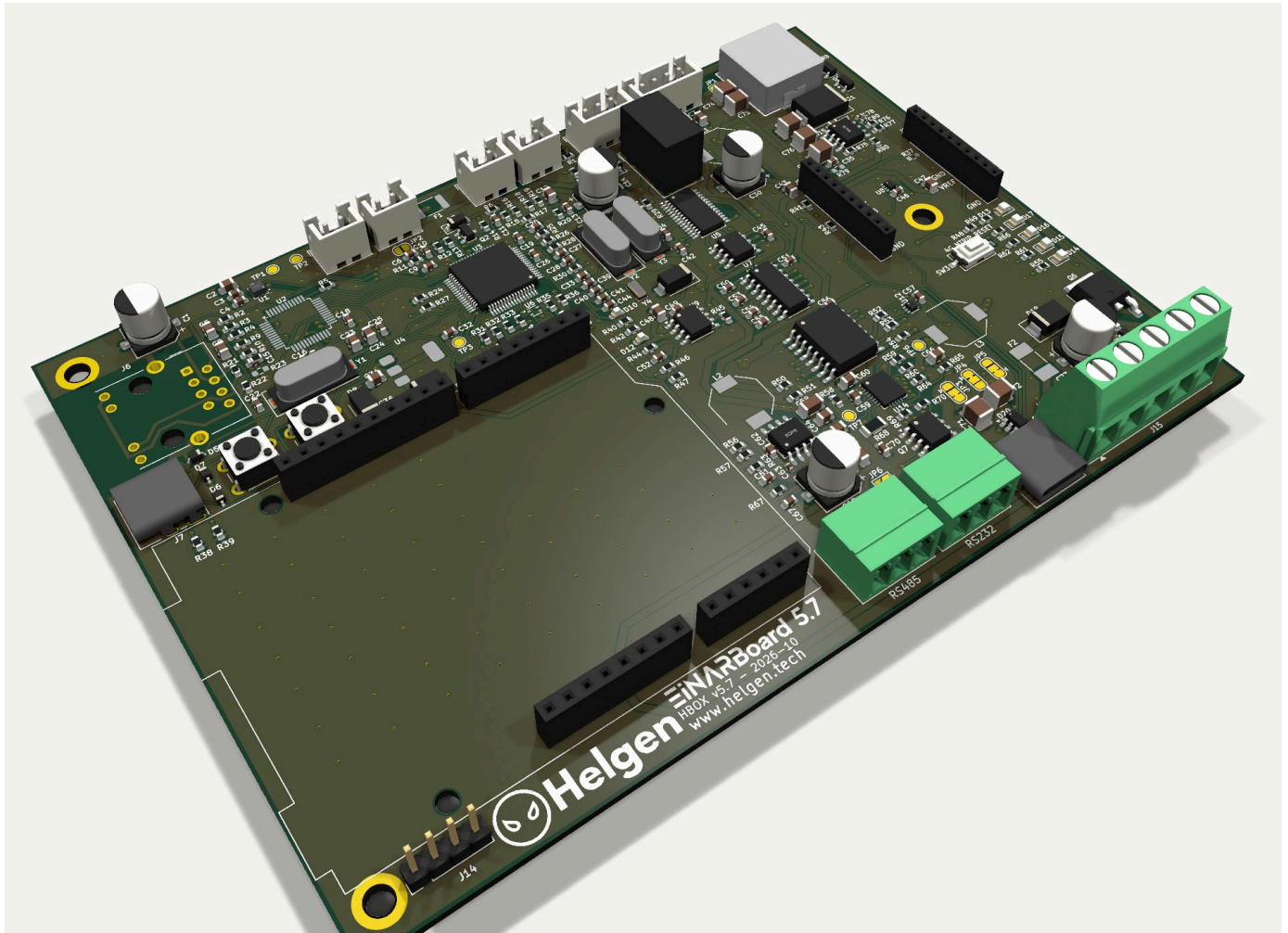


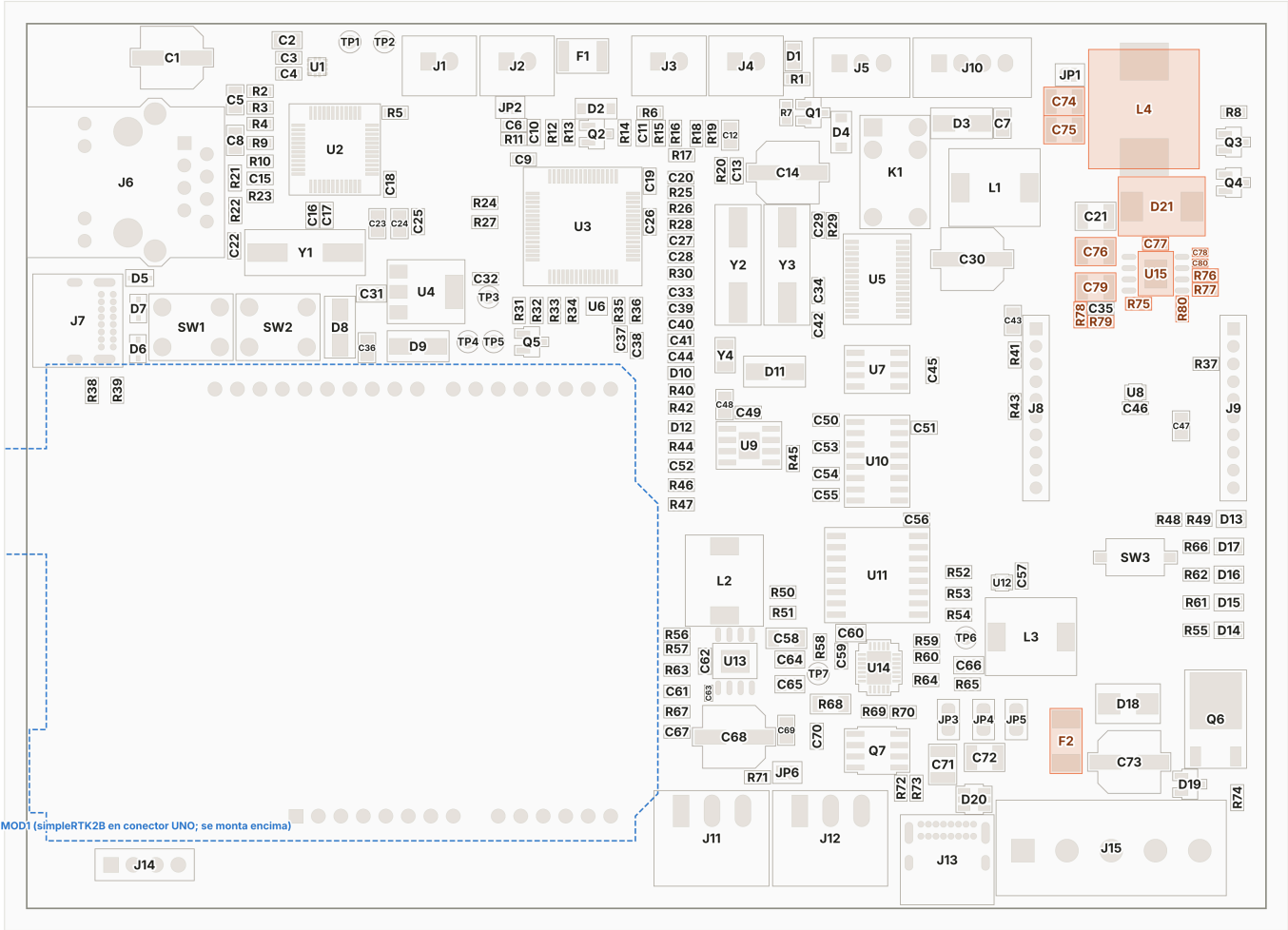
Figura 9.8. Vista isométrica.

9.6 Mapa de designadores (T43)

V5.7 — designadores nuevos (T43, 22-oct-2026)

Gris: la pieza también está en la V5.6 y lleva el mismo designador. Naranja: solo está en la V5.7; va al final de su prefijo (en la V5.6 ese número es otra pieza). Orden: renglones de 5 mm de arriba abajo, de izquierda a derecha, por la posición en la V5.6.

C1-C80 · R1-R80 · D1-D21 · J1-J15 · U1-U15 · L1-L4 · Q1-Q7 · F1-F2 · JP1-JP6 · K1 · MHT1-MH6 · MOD1 · SW1-SW3 · TP1-TP7 · Y1-Y4 · tabla viejo → nuevo en drogheda.helgen.online



10. Puntos de prueba

TP	Red	Para qué	Valor esperado	Posición (x, y) mm
TP1	GND	Tierra de referencia para las demás mediciones	0 V	(96.70, 42.40)
TP2	/3V3	3.3 V del MCU y la lógica	3.30 V (3.23–3.37)	(100.60, 42.40)
TP3	/SWDIO	SWD, datos (programador ST-LINK)	—	(112.37, 71.25)
TP4	/NRST	Reset del MCU	≈ 3.3 V; 0 V = en reset	(110.04, 76.28)
TP5	/SWCLK	SWD, reloj (programador ST-LINK)	—	(112.94, 76.28)
TP6	/PFO_TP	PFO del LTC4040 (U14.20): salida de drenador abierto, sin pull-up en la tarjeta	con 10 k a 3V3 en el banco: alto = /VEH5V bien; bajo = PFI por debajo de 4.40 V	(166.29, 109.73)
TP7	/CLPROG_TP	CLPROG del LTC4040 (U14.3): voltaje proporcional a la corriente de entrada	$V_{TP7} = 32 \times V(R68)$: 0.8 V en el límite de 2.5 A; $(V_{TP7} / 32) / V_{R68} \approx 1.0$ si el sensado Kelvin está bien	(149.60, 113.80)

Notas:

- **No hay conector SWD.** SWDIO (TP3), SWCLK (TP5) y NRST (TP4) son pads de 1.5 mm junto al MCU. GND (TP1) y 3V3 (TP2) están en el borde norte, junto a J1. Para programar sin USB se usan puntas de resorte o un cable soldado; el camino normal es el DFU por J7.
- **Prueba del sensado Kelvin.** Con carga, $(V_{TP7} / 32) / V_{R68}$ debe dar 1.0–1.1 (banco del piloto, [auditoría final](#), §7).

11. BOM resumen

El BOM del paquete `HBOX_v5_Rev7_PROD` coincide pieza por pieza con el esquemático (115 partidas, 229 designadores y 229 posiciones en el CPL; ninguno falta ni sobra). Lo que monta JLC excluye las piezas sin montar (DNP) y las que están fuera del BOM: puentes de soldadura, puntos de prueba y MOD1.

Familia	Colocadas	Renglones del BOM
Capacitores (C)	80	29
Resistencias (R)	77	28
Diodos, TVS y LEDs (D)	21	11
Conectores (J)	15	15
Circuitos integrados (U)	15	14
Transistores (Q)	7	5
Inductores (L)	4	4
Cristales (Y)	4	3
Botones (SW)	3	3
Fusibles (F)	2	2
Relevador (K)	1	1
Total	229	115

Un renglón del BOM es una combinación de número LCSC, valor y huella. Números LCSC distintos: 105; 8 aparecen en más de un renglón porque cambia el texto del valor (por ejemplo, «100k» y «100k/1%», o el mismo conector con su función como valor).

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
U14	LTC4040EUFD	Cargador / respaldo de batería	QFN-24-1EP_4x5mm_P0.5mm_EP2.65x3.65mm	C687163	QFN 0.5 mm con EP: vías <i>Epoxy Filled & Capped</i> y rayos X (condición 1 del pedido)
U13	AP64350SP-13	Fuente 3.3 V del módem (/3V3_MODEM)	SO-8_L4.9-W3.9-P1.27-LS6.0-BL-EP	C2071691	revisar rotación en el visor de JLC (huella de easyeda2kicad)
U15	TPS54360B	Fuente 5 V del vehículo (60 V)	SO-8_L4.9-W3.9-P1.27-LS6.0-BL-EP	C524806	revisar rotación en el visor de JLC (huella de easyeda2kicad)
U9	MP1584EN	Fuente 3.3 V de Ethernet	SOIC-8-1EP_3.9x4.9mm_P1.27mm_EP2.29x3mm	C15051	
U4	TLV1117LV33	LDO 3.3 V del MCU	SOT-223-3_TabPin2	C15578	
U2	W5500	Ethernet (SPI)	LQFP-48_7x7mm_P0.5mm	C32843	
U5	SC16IS752IPW	UART doble por I²C	TSSOP-28_4.4x9.7mm_P0.65mm	C57156	
U7	SP3485EN	Transceptor RS-485	SOIC-8_3.9x4.9mm_P1.27mm	C8963	piloto: SP3485EN; para las 108/322, THVD1410DR (C2671345), mismo pinout (P-5)
U10	TRS3232E	Transceptor RS-232	SOIC-16_3.9x9.9mm_P1.27mm	C308878	TRS3232E desde T42a (antes MAX3232): mismo pinout, ±15 kV
U11	PCF8574	Expansor I/O (LEDs)	SOIC-16W_7.5x10.3mm_P1.27mm	C7605	
U6	SHT40-AD1B	Temperatura y humedad	Sensirion_DFN-4_1.5x1.5mm_P0.8mm_SHT4x_NoCentralPad	C2848306	
U12	TMP102	Temperatura (cargador, 0x48)	SOT-563	C99269	
U8	TMP102	Temperatura (módem, 0x49)	SOT-563	C99269	

Ref	Pieza	Función	Encapsulado	LCSC	Notas de ensamble
U1	SC7A20TR	Acelerómetro	LGA-12_L2.0-W2.0-P0.50-BL	C5126709	LGA 2 × 2 mm: revisar rotación en el visor de JLC
K1	G5V-1 DC5	Relevador del modo B (suelto: puente F9P → módem)	Relay_SPDT_Omron_G5V-1	C28695	inserción (THT)
Q7	AO4406A	MOSFET de entrada del LTC4040 (IGATE)	SOIC-8_3.9x4.9mm_P1.27mm	C35349	revisar rotación en el visor de JLC
Q6	IRFR5305	Protección de polaridad (P-MOSFET)	TO-252-2	C2624	
Q4	AO3401A	Interruptor de la etapa RTK (/SW_5V)	SOT-23	C15127	
R68	10mR/1%/1W	Resistencia de sensado de la entrada (Kelvin)	R_1206_3216Metric	C105362	
L3	2.2uH/8A	Bobina del cargador	L_Bourns-SRU8028_8.0x8.0mm	C17700165	
L2	4.7uH/4A	Bobina de U13	L_Bourns-SRU8028_8.0x8.0mm	C17700167	
L4	10uH/SRP1265A	Bobina de U15	IND-SMD_L13.5-W12.5	C840531	revisar rotación en el visor de JLC
D18	SMBJ33CA	TVS de entrada	D_SMB	C83325	bidireccional (SMBJ33CA, T42a); revisar en el visor
D21	B560C	Diodo de rueda libre de U15	D_SMC	C85100	revisar polaridad en el visor de JLC
D20	USBLC6-2SC6	ESD del USB del módem	SOT-23-6	C7519	
F1	PPTC 4A/8A 12V 1812	Fusible rearmable de la etapa RTK	Fuse_1812_4532Metric	C18164540	
F2	3A/125V slow-blow 2410	Fusible de entrada	Fuse_Littelfuse-NANO2-451_453	C99550	
J15	GX16-5	Clema del arnés GX16-5	TerminalBlock_Phoenix_MKDS-1,5-5_1x05_P5.00mm_Horizontal	C424683	inserción (THT)
J8	XBEE-ROW-1 (VCC/DOUT/DIN)	Zócalo XBee (fila 1)	PinSocket_1x10_P2.00mm_Vertical	C2925557	inserción (THT)
J9	XBEE-ROW-2	Zócalo XBee (fila 2)	PinSocket_1x10_P2.00mm_Vertical	C2925557	inserción (THT)
J6	HR911105A	RJ45 con magnéticos	RJ45_Hanrun_HR911105A_Horizontal	C12074	inserción (THT)

Para el pedido del piloto (auditoría final, §7):

- **PCB.** 4 capas, 1.6 mm, JLC04161H-7628, **ENIG** y vías **Epoxy Filled & Capped**.
- **Ensamble.** Solo la cara superior, con **rayos X en U14** en las notas del pedido.
- **Visor de JLC.** Revisar antes de pagar:
 - pin 1 de U14, U13, U15, U1, U3 y Q7, y el punto de L4;
 - cátodo de D21, D2, D4, D8, D9 y D11 (D18 es bidireccional desde T42a);
 - el «+» de C68, C30, C14, C73 y C1;
 - K1 y Q6.
- **Inserción.** Las 18 piezas de inserción también van en el BOM y el CPL, así que JLC cotiza ensamble THT.
- **Aparte del BOM:**
 - el simpleRTK2B Pro y el 4G NTRIP Master;
 - las antenas;
 - el paquete LFP-HT 1S4P;
 - los arneses (la V5.7 no usa la Mean Well).
- **Antes de las 322.** En la pre-orden van:
 - THVD1410DR (C2671345) en lugar de U7, mismo pinout (P-5);
 - la re-verificación de existencias del día.

Piezas de inserción (THT): J1, J2, J3, J4, J5, J6, J7, J8, J9, J10, J11, J12, J13, J14, J15, K1, SW1, SW2.

Sin montar (DNP):

Refs	Piezas	Por qué no se monta
R37	10k	ON/SLEEP del módem a PC4: se dejó sin montar (el firmware no lo usa)
R78, R79	84.5k/1%-DNP · 523k/1%-DNP	divisor de EN (UVLO) de U15: sin montar, EN queda libre y U15 arranca con su UVLO interno

Fuera del BOM:

Refs	Qué es
JP1, JP2, JP3, JP4, JP5, JP6	punte de soldadura
MOD1	el simpleRTK2B se compra aparte y se monta en sus conectores UNO
TP1, TP2, TP3, TP4, TP5, TP6, TP7	punto de prueba

12. Reglas de diseño y verificación

Clases de red (`.kicad_pro`):

Clase	Ancho de pista	Separación	Vía (Ø / taladro)	Redes
Default	0.20 mm	0.20 mm	0.60 / 0.30 mm	todas las demás
HV24	0.50 mm	0.50 mm	0.80 / 0.40 mm	/24V_IN, 24V, IGN_IN, Q6_GATE
PWR_HI	1.50 mm	0.20 mm	0.80 / 0.40 mm	BAT_PLUS, SW_BAT, MAIN5V, VEH5V, SYS5V, VIN_SW, /BAT_PLUS, /SW_BAT, /MAIN5V, /VEH5V, /SYS5V, /VIN_SW
PWR_MID	1.00 mm	0.20 mm	0.80 / 0.40 mm	SW_5V, 3V3_MODEM, 5V_FAN, SW_FAN, SW3_NODE, FAN_RET, SW_IN, /SW_5V, /3V3_MODEM, /5V_FAN, /SW_FAN, /SW3_NODE, /FAN_RET, /SW_IN, /3V3_ETH

T42b: la clase HV24 casi no se aplica

Los patrones 24V, IGN_IN y Q6_GATE no llevan la «/» inicial, así que en HV24 solo entra /24V_IN. /24V, /IGN_IN y /Q6_GATE, y en la V5.7 también /VIN_FUSED, /SW_PWRIN y /BOOT_PWRIN (E-15), se revisan con 0.15 mm, no con los 0.5 mm del equipo. El que más importa es /EN_PWRIN cerca de /24V: el EN de U15 aguanta 8.4 V como máximo absoluto. Con ≤ 32 V no es un riesgo eléctrico (IPC pide 0.05–0.13 mm), pero la regla nunca se cumplió. T42b corrige los patrones por script y limpia lo que salga antes de las 322 (victorias rápidas, T42b).

Reglas personalizadas (`.kicad_dru`):

Regla (<code>.kicad_dru</code>)	Capa	Condición	Restricción
Minimum clearance 1	todas	<code>A.NetClass != 'HV24' && B.NetClass != 'HV24'</code>	clearance min 0.15mm
HV24 clearance	todas	<code>(A.NetClass == 'HV24' \ \ B.NetClass == 'HV24')</code>	clearance min 0.5mm
T44 texto en serigrafía F: 0.8 mm / 0.15 mm	F.Silkscreen	–	text_height min 0.8mm; text_thickness min 0.15mm
T44 texto en serigrafía B: 0.8 mm / 0.15 mm	B.Silkscreen	–	text_height min 0.8mm; text_thickness min 0.15mm

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. Para la serigrafía rigen las dos reglas de T44 del `.kicad_dru`: texto de al menos 0.8 mm con trazo de 0.15 mm en F.Silkscreen y en B.Silkscreen (antes, 0.5 mm / 0.1 mm y solo en F). El `.kicad_pro` trae 0.8 / 0.15 como valor por omisión del texto de serigrafía y lo aplica a los campos de las huellas, así que una pieza nueva ya llega del tamaño correcto (D-22-9, decidida el 23-oct).

ERC (KiCad 10.0.4, todas las severidades):

Severidad	Tipo	Cantidad
warning	<code>lib_symbol_mismatch</code>	19
warning	<code>lib_symbol_issues</code>	7
warning	<code>unconnected_wire_endpoint</code>	1

No hay errores. Los avisos son conocidos:

- `lib_symbol_mismatch` / `lib_symbol_issues`: símbolos embebidos que ya no coinciden con su biblioteca, o cuya biblioteca ya no está (D19, Q1, Q2, Q4, Q6, JP3, U11 y otros); no cambian el netlist;
- `unconnected_wire_endpoint`: un tramo de cable de 0.03 mm, cosmético.

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	npth_inside_courtyard	3
violaciones	warning	lib_footprint_mismatch	89
violaciones	warning	lib_footprint_issues	6
violaciones	warning	silk_edge_clearance	2
violaciones	warning	silk_over_copper	1
sin conectar	—	—	0
paridad con el esquemático	—	—	0

Cómo leerlo:

- **Los 3 errores** son `npth_inside_courtyard`: los barrenos MH2, MH4 y MH5 de los separadores del simpleRTK2B caen dentro del courtyard de MOD1. Es por diseño y están excluidos en el `.kicad_pro` (T34 y T36).
- **Los 89 avisos** `lib_footprint_mismatch` son huellas de la tarjeta que ya no coinciden con su biblioteca; entre ellas, las de easyeda2kicad cuyo courtyard corrigió T38 solo en la biblioteca. No se actualizan antes del Gerber: no cambian el cobre.
- **Los 6** `lib_footprint_issues` son los barrenos MH1–MH6, huellas que solo existen en la tarjeta.
- **Serigrafía:** 2 avisos de `silk_edge_clearance` y 1 de `silk_over_copper` vienen del contorno de MOD1, que toca el borde de la tarjeta y el barreno MH6. JLC recorta la serigrafía sobre el cobre expuesto.
- **0 sin conectar y paridad limpia.** Desde T43 los indicadores de alimentación (`#FLG`) ya no cuentan como piezas sin huella.

13. Problemas conocidos, riesgos y decisiones abiertas

13.1 Condiciones del pedido del piloto

De la auditoría final del 22-oct, en la numeración de T43:

#	Condición	Por qué	Estado
1	Vías Epoxy Filled & Capped y rayos X en U14	Las tres vías térmicas del LTC4040 (QFN de 0.5 mm) caen dentro de las ventanas de pasta al 50 %. Es la causa de los puentes y bolitas de la V5.5 y la V4	se pide así
2	Rotación y polaridad en el visor de JLC (lista del §11)	Varias huellas vienen de easyeda2kicad y nunca se han fabricado (U15, L4, U13, U1), y D21 es nuevo. La tabla de correcciones del Fabrication Toolkit no las cubre	al pedir
3	D18 SMBJ33A → SMBJ33CA	Con el arnés al revés, el unidireccional conducía y abría F2 (SMD)	✓ T42a (C83325)
P-1	Relleno de zonas fresco en el .kicad_pcb	Una exportación sin rellenar habría mandado cobre de GND sobre vías de T36/T37	✓ 22-oct, 13:00

13.2 Hallazgos abiertos

Id	Problema	Qué se hace	Quién
E-9	U15: lazo de entrada $\approx 56\text{ mm}^2$ (D-21-2) y $\approx 2.5\text{ W}$ a 32 V / 2.8 A	Banco: timbre en SW/VIN y temperatura de U15 y D21 a 9, 24 y 32 V	Jesús (piloto)
E-10	Toda la entrada de U15 pasa por dos vías de 0.8/0.3 mm en serie	A 24 V no pasa nada (0.7 A); a 9 V, cámara térmica. 2.ª vía en la siguiente revisión	Jesús · siguiente revisión
E-7	Ignición a $12\text{ V} = 1.38\text{ V}$ en PA5, en la zona indefinida	0.7.0: ADC con histéresis de 0.80 / 0.55 V	0.7.0
E-8	Entrada de 9–32 V con un fusible SMD (F2)	El breaker del gabinete sigue siendo la protección; va en el manual	Manual
E-15	/VIN_FUSED y /SW_PWRIN fuera de la clase HV24	T42b	Claude
P-5	SP3485 (U7) sin receptor a prueba de bus abierto	322: THVD1410DR, mismo pinout (U10 ya es TRS3232E desde T42a)	Adriana (pre-orden)
P-7	Los JST del borde norte se movieron 12–38 mm respecto a la V5.5, J10 68 mm, y los LEDs del medidor (D14–D17) quedaron en la orilla derecha	Medir los arneses con la primera tarjeta; tapa de la V5.7 si el medidor se ve por otro lado	Jesús (piloto)
P-8	Sin abrazadera de disipador para U14/L3 (se quitó el barreno de la V5.5)	Temperatura de U14 y L3 en banco a 1.4 A y 45 °C	Jesús (piloto)
E-3	/3V3_ETH sin enable: el W5500 gasta 65–132 mA activo	0.7.0: power-down del PHY (13 mA) antes de dormir; enable en la siguiente revisión	0.7.0
E-4	RS-485: DE y /RE de U7 cuelgan de /RTSA, así que el transmisor queda encendido desde el reset ($\approx 1\text{ s}$ de bus ocupado); sin TVS ni polarización	0.7.0: EFCR/MCR primero; uso punto a punto; THVD1410 en las 322	0.7.0 · BOM
E-5	J14 (TTL) y la salida R1OUT de U10 comparten /SER_RXB	J14 y J12 nunca al mismo tiempo (manual)	Manual
E-6	Ethernet: J6.8 al aire y el LED ACT invertido	Cosmético	Siguiente revisión
E-12	LSE: el FC-135 (CL 12.5 pF) con 12 pF corre rápido unas decenas de ppm	0.7.0: LSEDRV alto, timeout y respaldo con LSI	0.7.0
E-13	R27 (22 k en PA10) sostiene a medias el riel del módem apagado por K1/DIN	0.7.0: pulso de MODEM_RST después de cada MODEM_EN	0.7.0
E-14	/NTC_CELL (PC5) solo vale con /VEH5V presente	Reportar «n/c» en batería; U12 y U8 cubren	0.7.0
E-16	Inrush de C68 (220 μF) y C69 al encender la etapa	0.7.0: el módem después de la etapa; rampa de 20 ms en batería	0.7.0
T42b	Clase HV24 con patrones sin «/» (§12)	Script antes de las 322	Claude

E-11 (la 2.ª vía de /SYS5V hacia el LDO y U9) quedó cerrado con T42a.

13.3 Decisiones abiertas

#	Qué	Recomendación	Quién
~~D-22-9~~	Tamaño de los designadores de la serigrafía (eran de 0.5 mm con trazo de 0.1 mm; JLC pide 0.8/0.15 como mínimo)	Decidida el 23-oct: (b). T44 aplicado y paquete Rev7 regenerado (T44, §6)	Leo

#	Qué	Recomendación	Quién
D-21-2	Lazo de entrada de U15: $\approx 56\text{ mm}^2$ entre centros de pad; de eso, $\approx 40\text{ mm}^2$ son U15 $\rightarrow$ D21, porque VIN y SW quedan en lados opuestos del HSOP-8. Rotar C76/C79 lo baja a ≈ 46 ; bajar de 30 pide mover D21. In1 es GND sólido bajo toda la etapa	mantenerlo y medir en el banco a 9, 24 y 32 V con 2.5 A (pasada 6, §6)	Leo
D-22-6	FOTA: la imagen de fábrica de las 322 lleva el cargador de arranque y el receptor de FOTA, y no se graba hasta que pase la matriz de banco de FOTA	aprobar; FOTA queda fuera de 0.7.0 (factibilidad)	Leo

13.4 Firmware

0.6.3 no sirve para la V5.7. No enciende el módem (MODEM_EN en PC3 es nuevo). Además lee la NTC en el pin equivocado, usa los umbrales de Li-ion (flotación de 4.00 V) en lugar de los de LFP (3.50 V) y lee la ignición como digital, lo que a 12 V da lecturas aleatorias. La base de 0.7.0 ya existe: board_v56.h, el mismo que usa la V5.6, con los 64 pines tomados del netlist del 22-oct. Falta incluirlo en el .ino con #elif defined(HBOX_BOARD_V56).

Pieza	Qué	Tamaño
F-1	0.7.0-pre: módem (EN, RST, LED, RTCM), NTC en PC5, umbrales LFP, ignición por ADC con histéresis	1 día
F-2	Ciclo de respaldo de 10 min: STOP + RTC, apagado ordenado, corte LFP 2.95 V / rearme 3.20 V	3–4 días
F-3	Driver del SC16IS752 con EFCR primero	1 día
F-4	Ethernet de campo configurable	2 días
F-5 ... F-8	SC7A20, vigilancia del módem (LED + RTCM), modo B con el módem vivo, recuperación módem $\rightarrow$ etapa $\rightarrow$ NMEA $\rightarrow$ módem	2 días

FOTA por 4G es posible en la V5.7 sin tocar el cobre, igual que en la V5.6: el caster intercala tramas RTCM propietarias que el MCU recoge en PC7, y la respuesta sube en \$PHLG (factibilidad).

13.5 Riesgos

Del registro de la auditoría final, en la numeración de T43; P $\times$ I después de la mitigación.

Riesgo	Por qué	Qué lo controla	P $\times$ I
R1 · Soldadura de U14	QFN de 0.5 mm con 3 vías en la pasta; la V5.5 y la V4 tuvieron puentes	vías tapadas, rayos X y lupa antes de energizar	2 · 3
R2 · Rotación de huellas de easyeda2kicad	U15, L4, U13 y U1 nunca se han fabricado; polaridad de D21	visor de JLC antes de pagar	1 · 5
R6 · Ignición mal leída a 12 V	1.38 V en PA5, zona indefinida	0.7.0: ADC con histéresis	1 · 3
R8 · Timbre o calor en U15	lazo de entrada de 56 mm ² y $\approx 2.5\text{ W}$ a 32 V	banco a 9/24/32 V con 2.5 A, osciloscopio y cámara térmica (D-21-2)	2 · 2
R14 · Vías únicas en la entrada de 24 V	a 9 V y 1.9 A se calientan	instalaciones a 24 V (0.7 A); cámara térmica a 9 V; 2.ª vía en la siguiente revisión	1 · 2
R4 · Piso de consumo dormido	el W5500 no tiene enable	0.7.0 con power-down; medir el piso en el piloto	2 · 3
R5 · RS-485 ocupa el bus al arrancar	DE/RE en /RTSA	EFCR/MCR primero; THVD1410 en las 322	2 · 2
R9 · Firmware 0.7.0	sin él, el piloto no se puede probar	0.7.0-pre antes de que lleguen las tarjetas	3 · 4
R10 · Arnases y tapa	los JST se movieron 12–68 mm; el medidor quedó en otra orilla	medir con la primera tarjeta; tapa de la V5.7 si hace falta	3 · 1
R12 · Umbrales de batería de Li-ion con paquete LFP	meseta de 3.2–3.3 V	0.7.0: 2.95 / 3.20 V con media de 200 ms	1 · 3
R13 · Lazo heredado de la V5.5	U9–L1 a 35 mm	se mide en el piloto; se corrige en la v6	2 · 2
R15 · Módem «encendido pero muerto» al despertar	R27 sostiene el riel por K1/DIN	pulso de MODEM_RST después de MODEM_EN	1 · 3
R16 · LSE que no arranca	FC-135 con 12 pF	LSEDRV alto, timeout y LSI	1 · 1

Cerrados por diseño o por T42a: el apagón del módem en ráfaga (R3: U13 arranca desde 3.8 V), el arnés al revés (R7: D18 bidireccional, F2 ya no se abre) y el relleno viejo en el repositorio (R11).

14. Historial de revisiones

Designadores de T43 en todo el historial, aunque los mensajes de los commits usen los viejos. Hasta el 12-oct la historia es la de la V5.6 (su [documento de diseño](#), §14).

Fecha	Qué	Commit / documento
12-oct	ECO «fuente a bordo»: nace la V5.7, la V5.6 con U15 TPS54360B (9–32 V → 5.32 V), en un proyecto aparte	b508a2c · ECO de la V5.7
13–15 oct	Guía de layout de la fuente (Leo); fuente U15, L4, D21 y F2 colocada y ruteada en la esquina noreste; fuera el buck del ventilador y el conector de 5 V	2984b31 · a7c0116 · guía · colocación y ruteo
16-oct	Auditoría de producción V5.6/V5.7/v6 · T25 (barrenos de producción de la V5.5) · T27 (fuera el barreno de la abrazadera; Kelvin de R68)	15aad72 · f65c830 · auditoría
17-oct	Pasada 3: la pasada 2 de la V5.6 replicada; fuente U15 (EP, FB, lazo de entrada)	f3f35f4
19-oct	Arreglo del merge (40decf8) · re-auditoría · T30: vías en paralelo, +11 vías de GND en U15, 12 piezas de cobre sueltas fuera, cajetín y stack-up 7628	240e2c3 · 7650b96 · re-auditoría
20-oct	T31: C59 en el VSYS de U14; fuera el diodo de rueda libre de U13 (U13 es síncrono)	3daf f19
21-oct	Pasadas 4 y 5 (Michelle; /SYS5V fuera de In2 bajo K1) con sus auditorías · T32 (C63 en el VIN de U13) · T33 · pasada 6 por Claude: T36 (Kelvin de R68, 2.ª vía de U13, tramo de /24V, exclusiones) y T37 (vía de GND de C59) · propuesta D-21-2	1416dcb · 71499c1 · 24c3443 · auditoría
22-oct, 13:26	Auditoría final de producción (GO al piloto con 3 condiciones) · relleno fresco (P-1) y paquete Rev7	5c24f50 · auditoría final
22-oct, 17:30	T42a: BOM con existencia para 430 tarjetas, D18 SMBJ33CA, U10 TRS3232E, /IGN_IN de 0.3 mm en In1, 2.ª vía de /SYS5V (E-11)	51a2cc6 · victorias rápidas
22-oct, 18:00	T43: designadores en orden, sin huecos, conectores con J; serigrafía «IGN 12–24V»; paquete regenerado	e13d074 · T43
23-oct, 08:56	T44 (D-22-9 b): designadores y leyendas de la serigrafía a 0.8 mm con trazo de 0.15 mm, colocados por script (244 designadores, ninguno sin lugar); reglas de texto en el .kicad_dru y valores por omisión en el .kicad_pro; paquete Rev7 regenerado (solo cambia F_Silkscreen)	93d13e3 · T44
23-oct, 09:08	T44b: al menos 0.40 mm entre un designador y cualquier otro texto de la serigrafía (los gráficos siguen a 0.10 mm); 44 designadores más se recolocaron, ninguno sin lugar; DRC igual que con T44; paquete Rev7 regenerado (solo cambia F_Silkscreen)	d19c832 · T44
22-oct	Este documento, v1.0	—
23-oct	Este documento, v1.1: serigrafía y vistas 3D de T44, reglas de texto y D-22-9 cerrada	—
23-oct	Este documento, v1.2: serigrafía y vistas 3D de T44b	—
23-oct	Este documento, v1.3 (revisión independiente): ventana de carga del NTC ≈ +8 ... +60 °C (§2, §5 y árbol de alimentación), columna «Renglones del BOM» con los números LCSC distintos (§11), reglas del firmware en lista (§6) y encabezados de tabla legibles en el PDF	—

15. Referencias

- ECO de la V5.7: fuente a bordo · guía de layout de la fuente · colocación y ruteo
- Documento de diseño de la V5.6 · hoja de datos de la V5.6 (la V5.7 comparte todo salvo la entrada) · pinout V5.6 · manual de la tarjeta V5
- Auditoría final de producción (22-oct) · protocolo · victorias rápidas, T42a
- Pasadas 4 a 6 (21-oct) · re-auditoría (19-oct) · auditoría de producción (16-oct)
- Designadores de T43 (tabla viejo → nuevo) · FOTA por 4G
- Prueba y flasheo de tarjetas V5 · prueba de Ethernet y puertos serie · checklist de puesta en marcha
- Documento de diseño de la v6