



INDÚSTRIAS WILLIAM

CHANGING THE WORLD FOR A BETTER FUTURE

iW-AIoT-eXplorer

Plataforma de Exploração AIoT — IA + IoT baseada em
ESP32-S3R8

Datasheet | Rev. RV01
Documento gerado em junho/2026
Família: Xtensa LX7 · 2,4 GHz · LoRa Sub-GHz

ESP32-S3R8

LX7 dual-core · 8 MB PSRAM

Wi-Fi + BLE 5

2,4 GHz

16 / 32 MB

Flash QSPI

LoRa 915 MHz

RFM95W · Sub-GHz

1. Visão Geral

A **iW-AIoT-eXplorer** é uma plataforma de desenvolvimento da Indústrias William voltada à exploração de **AIoT** — a convergência entre **Inteligência Artificial** e a **Internet das Coisas**. A placa é construída em torno do SoC **Espressif ESP32-S3R8**, um microcontrolador **Xtensa LX7 de 32 bits dual-core** (até 240 MHz) com **8 MB de PSRAM** integrada ao encapsulamento, acelerador vetorial para inferência de redes neurais e rádios **Wi-Fi 802.11 b/g/n (2,4 GHz)** e **Bluetooth 5 (LE)**.

Em torno do SoC, a placa reúne os sensores e periféricos necessários para projetos de IA embarcada com áudio e visão: **câmera OV5640** (interface DVP + SCCB), **dois microfones digitais PDM** em arranjo estéreo, **saída de áudio I²S** com amplificador Classe-D, **display IPS de 3,5" com touch capacitivo**, **acelerômetro de 3 eixos**, **cartão microSD** e conectividade de longo alcance **LoRa / LoRaWAN (915 MHz)**. A gestão de energia é feita por um **PMIC IP5306** com carregador de bateria de íon-lítio e conversor boost, permitindo operação autônoma alimentada por bateria.

Com armazenamento amplo (**16 MB ou 32 MB** de flash QSPI), grande quantidade de PSRAM e interfaces de expansão **I²C** e **UART/GPIO**, a **iW-AIoT-eXplorer** é uma base completa para reconhecimento de imagem e som, palavras-chave (keyword spotting), visão computacional na borda e nós sensores conectados — combinando processamento local de IA com transmissão sem fio Wi-Fi/BLE e LoRa.

2. Características Principais

SoC: Espressif ESP32-S3R8, Xtensa LX7 dual-core 32 bits até 240 MHz

PSRAM: 8 MB Octal SPI integrada no encapsulamento (sufixo R8)

Conectividade: Wi-Fi 802.11 b/g/n 2,4 GHz + Bluetooth 5 (LE) / Mesh

Câmera: OV5640 — DVP 8 bits paralelo + barramento SCCB (I²C)

Áudio (saída): amplificador I²S Classe-D MAX98357A + conector de alto-falante

Touch: painel capacitivo com interface I²C (INT / RST / SDA / SCL)

Armazenamento: soquete microSD (Hirose DM3AT) em modo SPI

IA / ML: instruções vetoriais para aceleração de redes neurais (TinyML / Edge AI)

Flash externa QSPI: 16 MB (W25Q128) ou 32 MB (W25Q256) — Winbond W25Q

Longo alcance: LoRa / LoRaWAN RFM95W-915S2 (SX1276), 915 MHz (AU915/US915)

Áudio (entrada): 2x microfones digitais PDM IMP34DT05 (estéreo L/R)

Display: IPS 3,5" 320x240, controlador ST7789 (SPI), backlight via MOSFET

Sensor: acelerômetro de 3 eixos LIS3DH (I²C)

USB: USB-C com bridge USB-Serial CH343P e download/boot automático

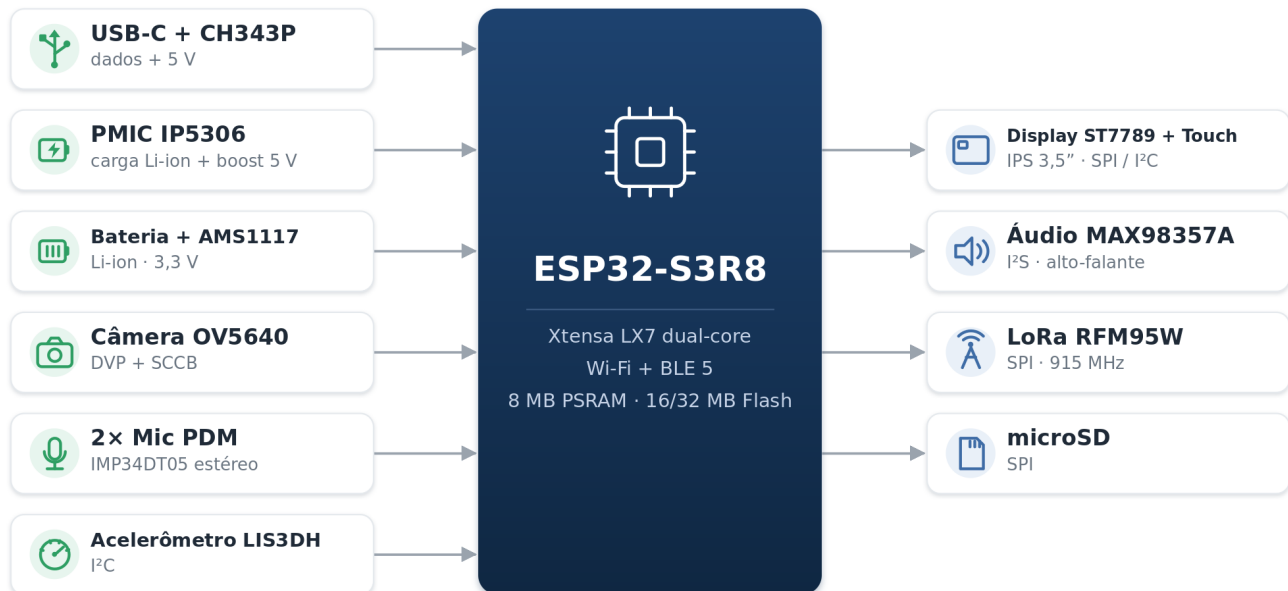
Expansão: conector I²C dedicado e conector UART/GPIO (via PCA9531)

Energia: PMIC IP5306 (carga Li-ion + boost 5 V) e LDO AMS1117-3,3 V

Antena: chip-antena cerâmica AN9520-245 (2,4 GHz) + antena LoRa dedicada

Tensão lógica: 3,3 V

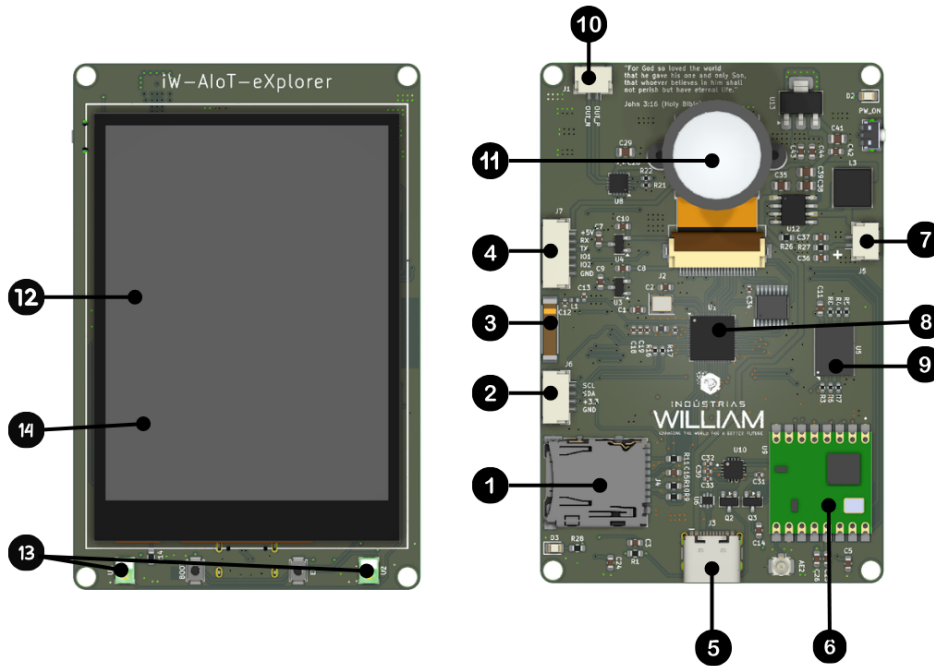
3. Diagrama de Blocos



Arquitetura funcional da iW-AIoT-eXplorer: à esquerda, alimentação e sensores/entradas (câmera, microfones, acelerômetro); à direita, periféricos de saída, rádio LoRa e armazenamento — todos em torno do SoC ESP32-S3R8.

4. Vista da Placa e Identificação de Componentes

A figura abaixo identifica os principais componentes e conectores da iW-AIoT-eXplorer, com a face frontal (display IPS 3,5" com touch capacitivo) e a face traseira, onde estão a câmera OV5640, o SoC ESP32-S3R8, a memória flash, o módulo LoRa e os conectores de expansão.



- | | | | |
|--------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1 SdCard Connector | 5 USB-SERIAL/JTAG | 9 32MB Flash Memory | 13 Digital Microphone |
| 2 I2C Connector | 6 LoRa/LoRaWAN | 10 Audio output | 14 3-axis Accelerometer |
| 3 Ceramic Antenna | 7 Battery Input | 11 Camera OV5640 | |
| 4 UART
GPIO (PCA9531) | 8 ESP32-S3R8 dual-core | 12 Display IPS 3.5" 320x240 | |

Componentes identificados: 1 conector microSD · 2 conector I2C · 3 antena cerâmica · 4 UART/GPIO (PCA9531) · 5 USB-Serial/JTAG · 6 LoRa/LoRaWAN · 7 entrada de bateria · 8 ESP32-S3R8 dual-core · 9 flash de 32 MB · 10 saída de áudio · 11 câmera OV5640 · 12 display IPS 3,5" 320x240 · 13 microfone digital · 14 acelerômetro de 3 eixos.

5. Especificações Elétricas

Parâmetro	Mín.	Típ.	Máx.	Unidade / Observação
Tensão de entrada USB (V_BUS)	4,5	5,0	5,5	V — conector USB-C
Tensão de bateria (Li-ion)	3,0	3,7	4,2	V — célula única
Trilho de boost (PMIC IP5306)	—	5,0	—	V — VOUT do IP5306
Tensão lógica do sistema	—	3,3	—	V — LDO AMS1117-3,3
Frequência de clock da CPU	—	—	240	MHz
Frequência do cristal	—	40	—	MHz (Y1, cap. de carga 20 pF)

Parâmetro	Mín.	Típ.	Máx.	Unidade / Observação
PSRAM integrada	—	8	—	MB — Octal SPI (R8)
Flash externa QSPI	16	—	32	MB — W25Q128 / W25Q256
Frequência LoRa	—	915	—	MHz (AU915 / US915)
Consumo típico (Wi-Fi ativo)	—	~250	—	mA (pico de transmissão RF)
Consumo em deep-sleep	—	~10	—	µA (periféricos desligados)
Temperatura de operação	-40	—	+85	°C

Valores de consumo são típicos do ESP32-S3 e variam conforme firmware, potência de RF, periféricos ativos (câmera, display, áudio) e brilho do backlight. Consulte os datasheets dos fabricantes para parâmetros garantidos.

6. Gestão de Energia (PMIC IP5306 + LDO)

O sistema de energia combina o PMIC **IP5306** — que integra carregador de bateria de íon-lítio, conversor **boost síncrono** (com indutor de 1 µH) e gerenciamento por botão (KEY/SW3) com indicação de nível por LEDs — e o regulador **AMS1117-3,3 V** que gera o trilho lógico de **3,3 V** do sistema. A entrada USB-C (5 V) alimenta o carregador e o caminho de saída; a bateria garante operação autônoma.

Recurso	Descrição
Entradas de energia	USB-C (5 V via V_BUS) e bateria Li-ion (conector J5)
Carregamento	Carregador Li-ion integrado ao IP5306 com sense de corrente (R27 2R)
Boost / saída 5 V	Conversor boost síncrono do IP5306 (L3 1 µH) gera o trilho de 5 V
Trilho 3,3 V	LDO AMS1117-3,3 a partir do 5 V; LED indicador de energia (D3)
Indicação de bateria	LEDs de nível de carga acionados pelo IP5306 (LED1–LED3 / D2)
Controle por botão	Botão KEY (SW3) para ligar/desligar e gestão de energia

7. Periféricos Integrados

Câmera — OmniVision OV5640

Sensor de imagem de **5 MP** conectado por interface paralela **DVP de 8 bits** (CSI_D0–D7, PCLK, HSYNC, VSYNC) e controlado pelo barramento **SCCB (I²C)** (SIO_C/SIO_D). Possui oscilador dedicado **SG-8002CE** para o clock MCLK e reguladores locais **2,8 V** e **1,2 V** (XC6206) para os domínios analógico e de núcleo do sensor. Habilita visão computacional e inferência de imagem na borda. Os **4 bits menos significativos** do barramento de dados (CSI_D0–D3) são multiplexados com as linhas **DIO0–DIO3 do LoRa** pelo **QS3257QG**, com seleção por **GPIO9** (0 = LoRa, 1 = câmera) — de modo que câmera e LoRa compartilham esses pinos e são usados de forma alternada.

Microfones digitais — 2x IMP34DT05

Dois microfones MEMS **PDM** da STMicroelectronics em arranjo **estéreo** (canais L/R definidos pelo pino LR), compartilhando as linhas PDM_CLK/PDM_DOUT. Ideais para detecção de palavras-chave (keyword spotting), classificação de som e beamforming.

Saída de áudio — MAX98357A

Amplificador de áudio **Classe-D I²S** (BCLK/LRCLK/DIN) que entrega áudio digital diretamente a um **alto-falante** via conector dedicado (J1), com pinos de modo/ganho (SD_MODE/GAIN_SLOT) e alimentação de 5 V.

Display IPS 3,5" + Touch — ST7789

Display **IPS de 3,5"** com resolução **320x240**, controlador **ST7789** em barramento **SPI** (SCLK/MOSI/MISO/CS/DC/RST) e backlight comutado por MOSFET (AO3400A). O **painel touch capacitivo** usa interface **I²C** independente (INT/RST/SDA/SCL).

Acelerômetro — LIS3DH

Sensor inercial de **3 eixos** de ultrabaixo consumo com interface **I²C** (pinos de interrupção INT1/INT2), para detecção de movimento, orientação, gestos e aplicações de TinyML.

LoRa / LoRaWAN — RFM95W-915S2

Módulo de rádio **LoRa** baseado no SX1276, operando em **915 MHz (AU915/US915)**, com interface **SPI** (MISO/MOSI/SCK/NSS), linhas de interrupção DIO0–DIO2 e antena dedicada (AE2) — para comunicação de **longo alcance e baixo consumo**. As linhas **DIO0–DIO3** do rádio são multiplexadas com os 4 bits menos significativos da câmera (CSI_D0–D3) pelo **QS3257QG**, selecionado por **GPIO9** (0 = LoRa, 1 = câmera).

Armazenamento — microSD (Hirose DM3AT)

Soquete **microSD** operando em **modo SPI** (compartilhando o barramento com o módulo LoRa), para gravação de dados, modelos de ML, imagens e logs de aplicação.

Expansor de I/O — PCA9531

Expansor/dimmer **I²C** de 8 saídas (PCA9531PW) que gerencia sinais auxiliares da placa: controle de **backlight**, **reset do display (LCD_RST)**, reset do LoRa (L_RST), seletores de **multiplexação da UART** (S1/S2) e saídas de uso geral **OUT1/OUT2** no conector de expansão.

8. Câmera OV5640

O sensor de imagem é o **OmniVision OV5640**, um CMOS de **5 megapixels** (2592×1944, formato óptico 1/4") com microcontrolador e motor de **autofoco** embarcados, **exposição automática (AEC/AGC)** e **balanço de branco automático (AWB)**. Conecta-se ao ESP32-S3 pela interface paralela **DVP de 8 bits** e é configurado pelo barramento de controle **SCCB** (compatível I²C). O clock principal (MCLK) vem de oscilador dedicado e os domínios analógico (2,8 V) e de núcleo (1,2 V) são gerados por reguladores locais.

Parâmetro	Valor	Observação
Sensor	OmniVision OV5640	CMOS, formato óptico 1/4"
Resolução máxima	5 MP — 2592×1944	QSXGA (≈5,04 Mpx ativos)
Taxas de quadros	QSXGA 15 fps · 1080p 30 fps	720p 60 fps · VGA 90 fps · QVGA 120 fps
Formatos de saída	YUV422/420, YCbCr422, RGB565/555/444	RAW RGB, CCIR656 e JPEG (comprimido)
Interface de dados	DVP paralela 8 bits	PCLK / HSYNC / VSYNC + CSI_D0–D7
Controle	SCCB (compatível I ² C)	SIO_C / SIO_D
Recursos	Autofoco, AEC, AGC, AWB	MCU e motor de AF embarcados
Clock (MCLK)	oscilador dedicado	SG-8002CE
Alimentação	2,8 V (analog.) · 1,2 V (núcleo)	LDOs locais XC6206 + 3,3 V de I/O

O barramento DVP compartilha os 4 bits menos significativos (CSI_D0–D3) com as linhas DIO0–DIO3 do LoRa por meio do multiplexador QS3257QG (GPIO9 = 0 → LoRa, 1 → câmera); assim, a captura de imagem e a recepção de eventos do rádio são utilizadas de forma alternada.

9. Microfones Digitais PDM

A entrada de áudio é composta por **dois microfones MEMS digitais IMP34DT05** da STMicroelectronics em arranjo **estéreo** (canais esquerdo/direito definidos pelo pino LR), compartilhando as linhas de clock (PDM_CLK) e de dados (PDM_DOUT). São omnidirecionais e de baixo consumo, ideais para detecção de palavras-chave (keyword spotting), classificação de som e beamforming em aplicações AIoT.

Parâmetro	Valor	Observação
Sensor	2× ST IMP34DT05	MEMS digital, saída PDM
Configuração	Estéreo (L / R)	Canal definido pelo pino LR
Direcionalidade	Omnidirecional	Encapsulamento top-port
SNR	64 dB	Relação sinal-ruído
Sensibilidade	−26 dBFS ±3 dB	—
AOP	122,5 dB SPL	Ponto de sobrecarga acústica
Clock PDM	1,2 – 3,25 MHz	Modo de alto desempenho

Parâmetro	Valor	Observação
Consumo	≈0,65 mA	Por microfone (típico)
Alimentação	3,3 V	Faixa do componente: 1,6–3,6 V
Temperatura	–40 a +85 °C	Faixa de operação

Os dois microfones compartilham o mesmo barramento PDM; o pino LR seleciona em qual borda do clock cada microfone disponibiliza seu dado, permitindo captura estéreo por uma única linha de dados.

10. Acelerômetro — LIS3DH

O LIS3DH da STMicroelectronics é um acelerômetro **MEMS de 3 eixos** de ultrabaixo consumo, conectado por **I²C** (com duas linhas de interrupção INT1/INT2). Possui fundos de escala selecionáveis, FIFO interno e funções embarcadas de detecção de movimento — útil para reconhecimento de gestos, detecção de atividade/queda e classificação de vibração em aplicações de TinyML.

Parâmetro	Valor	Observação
Sensor	ST LIS3DH	MEMS capacitivo, 3 eixos
Fundos de escala	±2 / ±4 / ±8 / ±16 g	Selecionável por software
Resolução	16 bits	Saída de dados por eixo
Taxa de dados (ODR)	1 Hz – 5,3 kHz	Configurável
Consumo	≈2 µA – 11 µA	Baixo consumo / modo normal
Interface	I ² C	CS fixo em nível alto
Interrupções	INT1 / INT2	Movimento, click, queda livre, 4D/6D
Recursos	FIFO 32 níveis · ADC aux. · temp.	Funções embarcadas
Alimentação	3,3 V	Faixa do componente: 1,71–3,6 V
Temperatura	–40 a +85 °C	Faixa de operação

O acelerômetro compartilha o barramento I²C com o painel touch, o expansor PCA9531 e o conector de expansão. As linhas de interrupção permitem acordar o sistema (wake-on-motion) para operação de baixíssimo consumo.

11. Áudio de Saída

A saída de áudio usa o amplificador **MAX98357A**, um **Classe-D I²S** sem filtro que recebe áudio digital diretamente do ESP32-S3 (BCLK/LRCLK/DIN) — dispensando DAC e MCLK externos — e aciona um **alto-falante** pelo conector dedicado (J1) em configuração em ponte (BTL). Alimentado pelo trilho de **5 V**, entrega potência elevada com alta eficiência para avisos sonoros, síntese de voz (TTS) e reprodução de áudio em aplicações AIoT.

Parâmetro	Valor	Observação
Amplificador	MAX98357A · Classe-D I ² S	Entrada PCM digital, sem DAC externo
Potência máx. de saída	3,2 W	carga 4 Ω · 5 V · THD+N 10%
Eficiência	até 92%	8 Ω · 1 W (Classe-D)
THD+N	0,013%	1 kHz · típico
Ganho	3 / 6 / 9 / 12 / 15 dB	selecionável (GAIN_SLOT); 9 dB padrão
Carga suportada	4 Ω – 8 Ω	4 Ω para potência máxima
Taxas de amostragem	8 – 96 kHz	I ² S, sem MCLK necessário
Interface / saída	I ² S → alto-falante (BTL)	conector J1 · controle por SD_MODE

A potência máxima depende da tensão de alimentação (5 V), da impedância do alto-falante e do nível de THD admitido: 3,2 W em 4 Ω a 10% de THD. Cargas de maior impedância ou exigência de menor distorção reduzem a potência entregue.

12. Display IPS 3,5" e Touch Capacitivo

A interface visual é um **display IPS de 3,5"** com resolução **320x240** e controlador **Sitronix ST7789**, acionado por **SPI** (SCLK/MOSI/MISO/CS/DC/RST) a partir do ESP32-S3. O **backlight** de LED é comutado por um MOSFET **AO3400A**, cujo controle (liga/desliga e PWM de brilho) vem do expansor PCA9531; o **reset** do controlador (LCD_RST) também é gerado pelo PCA9531. Sobre o painel há um **touch capacitivo** com interface **I²C** própria (linha de interrupção INT em GPIO6), possibilitando interfaces gráficas (HMI) ricas em aplicações AIoT.

Parâmetro	Valor	Observação
Tipo	TFT LCD IPS	Ampla ângulo de visão
Tamanho	3,5 polegadas	Diagonal
Resolução	320x240	QVGA (paisagem)
Controlador	Sitronix ST7789	Com RAM de vídeo (GRAM) integrada
Interface	SPI 4 fios	SCLK / MOSI / MISO / CS / DC / RST
GPIOs (SPI)	18 / 15 / 14 / 16 / 17	SCLK / MOSI / MISO / CS / DC
Backlight	LED via MOSFET AO3400A	controle e PWM pelo PCA9531
Reset do display	LCD_RST	gerado pelo PCA9531
Touch	Capacitivo · interface I ² C	INT em GPIO6; SDA/SCL no barramento I ² C
Alimentação	3,3 V	Trilho lógico do sistema

O brilho do backlight e o reset do controlador são gerenciados pelo expansor I²C PCA9531 (linhas BACKLIGHT e LCD_RST), liberando GPIOs do ESP32-S3. O painel touch compartilha o barramento I²C com o acelerômetro e os demais dispositivos I²C da placa.

13. Conectividade LoRa / LoRaWAN

O rádio de longo alcance é o módulo **RFM95W-915S2** da HopeRF, baseado no transceptor **Semtech SX1276**, conectado ao ESP32-S3 por **SPI** (compartilhando o barramento com o microSD) e pelas linhas de interrupção DIO0–DIO2, com antena dedicada (AE2). O hardware implementa a camada física **LoRa (CSS)**; o protocolo **LoRaWAN** (classes A/B/C) é habilitado por software através de stacks como RadioLib, LMIC ou a API LoRaWAN do ESP-IDF, permitindo conectar a gateways e redes públicas ou privadas (ex.: The Things Network).

Parâmetro	Valor	Observação
Módulo / chip	RFM95W-915S2 · Semtech SX1276	Transceptor LoRa sub-GHz
Banda de frequência	915 MHz	AU915 / US915 (ISM)
Modulação	LoRa (CSS), (G)FSK, OOK	Spread-spectrum + modos legados
Potência máx. de saída	+20 dBm (100 mW)	Programável, via PA_BOOST
Sensibilidade de recepção	até -148 dBm	Conforme SF e largura de banda
Consumo em transmissão	≈120 mA @ +20 dBm	≈87 mA @ +17 dBm
Consumo em recepção	≈10,3 mA	Recepção LoRa contínua
Consumo em sleep	≈0,2 µA	Rádio em modo sleep
Alimentação	3,3 V	Trilho lógico do sistema
Interface	SPI + DIO0–DIO2	Antena dedicada (AE2)

LoRaWAN é um protocolo de rede implementado em firmware; a placa fornece o rádio LoRa e a antena, cabendo ao software a pilha LoRaWAN. O alcance real — de centenas de metros a vários quilômetros em linha de visada — depende do fator de espalhamento (SF), da largura de banda, da antena e do ambiente.

14. Armazenamento — Cartão microSD

O armazenamento removível é um **soquete microSD** (Hirose **DM3AT**, do tipo push-push) operando em **modo SPI**, com resistores de pull-up de 10 kΩ nas linhas. O barramento SPI é **compartilhado com o módulo LoRa** (com chip-selects

independentes), permitindo gravar imagens da câmera, modelos de ML, datasets, logs e arquivos de aplicação — tipicamente em sistema de arquivos FAT.

Parâmetro	Valor	Observação
Soquete	Hirose DM3AT (push-push)	microSD / microSDHC
Modo de operação	SPI	Barramento compartilhado com o LoRa
GPIOs (SPI)	11 / 12 / 10 / 13	SCLK / MOSI / MISO / CS
Pull-ups	10 kΩ	Linhas de dados e CS
Sistema de arquivos	FAT16 / FAT32	Via biblioteca do firmware
Alimentação	3,3 V	Trilho lógico do sistema

O cartão microSD e o rádio LoRa dividem o mesmo barramento SPI, com pinos de chip-select (CS) distintos — o acesso é coordenado por software. O soquete DM3AT possui chave de detecção mecânica (não conectada nesta revisão).

15. Interface USB-Serial — CH343P

A programação e o console serial são feitos por um conversor **USB-Serial CH343P** (WCH) ligado ao conector **USB-C**. Ele converte o barramento USB 2.0 em UART para o ESP32-S3 e, com um par de transistores **BC817**, implementa o circuito de **reset/boot automático**: as linhas **DTR/RTS** acionam EN (reset) e GPIO0 (boot), permitindo gravar firmware sem pressionar botões. A UART pode ser roteada entre o CH343P e o conector UART externo pelo multiplexador HEF4052 (seleção S1/S2 via PCA9531).

Parâmetro	Valor	Observação
Conversor	WCH CH343P	USB 2.0 full-speed → UART
Conector	USB-C	Alimentação (5 V) + dados
Taxa serial	50 bps – 6 Mbps	UART de alta velocidade
Reset/boot automático	DTR / RTS → BC817	EN (reset) e GPIO0 (boot)
Roteamento da UART	Mux HEF4052 (S1/S2)	CH343P ou conector UART externo
Clock	12 MHz interno	Sem cristal externo
Tensão de I/O	3,3 V	Compatível com o ESP32-S3
Alimentação	5 V (USB)	Gera o trilho +5V_SERIAL

O circuito de reset/boot automático dispensa o acionamento manual dos botões BOOT/RESET durante a gravação. O multiplexador HEF4052, comandado pelo PCA9531 (S1/S2), permite usar a mesma UART do ESP32-S3 tanto para o conversor USB quanto para o conector serial externo.

16. Expansor de I/O — PCA9531

O **PCA9531** é um expensor/dimmer **I²C de 8 saídas** (LED0–LED7, do tipo dreno aberto) que centraliza o controle de vários sinais auxiliares da placa, liberando GPIOs do ESP32-S3. Cada saída pode ser ligada, desligada ou modulada por um de dois geradores de PWM internos — útil, por exemplo, para regular o brilho do backlight. O endereço I²C é configurável pelos pinos A0–A2.

Saída	Sinal	Função
LED0	BACKLIGHT	Liga/desliga e PWM de brilho do backlight do display
LED1	LCD_RST	Reset do controlador do display (ST7789)
LED2	Controle auxiliar	Linha de controle reservada
LED3	S1	Seleção do multiplexador de UART (HEF4052)
LED4	S2	Seleção do multiplexador de UART (HEF4052)
LED5	OUT1	Saída de uso geral no conector de expansão
LED6	OUT2	Saída de uso geral no conector de expansão
LED7	L_RST	Reset do módulo LoRa (RFM95W)

Características do PCA9531: barramento I²C até 400 kHz, endereço configurável por A0–A2 (até 8 dispositivos no mesmo barramento), 8 saídas dreno-aberto de 25 mA com dois geradores de PWM programáveis (≈0,6–152 Hz). As linhas S1/S2 comandam o multiplexador HEF4052, que alterna a UART entre o conversor USB-Serial (CH343P) e o conector UART externo.

17. Mapa de Alocação de GPIOs (ESP32-S3)

A tabela resume a alocação dos GPIOs do ESP32-S3R8 às interfaces internas da placa, derivada do esquema elétrico do projeto. As interfaces SPI do display e do conjunto microSD/LoRa são independentes; o barramento I²C é compartilhado entre touch, expansor PCA9531 e o conector de expansão.

GPIO(s)	Sinal	Interface	Observações
18 / 15 / 14	SCLK / MOSI / MISO	SPI	Barramento SPI do display ST7789
16 / 17	CS / DC	SPI	Chip-select e Data/Command do display
11 / 12 / 10	SCLK / MOSI / MISO	SPI	Barramento compartilhado microSD + LoRa
13 / 21	CS_SD / NSS_LoRa	SPI	Seletores do microSD e do módulo LoRa
5 / 19	SCL / SDA	I ² C	Touch, acelerômetro LIS3DH, PCA9531 e conector I ² C (pull-up 2,2 k)
6	TOUCH_INT	I ² C	Interrupção do painel touch capacitivo
7 / 8 / 4	BCLK / LRCLK / DIN	I ² S	Áudio para o amplificador MAX98357A
20 / 3	PDM_CLK / PDM_DOUT	PDM	Microfones digitais (R14 1k); GPIO3 é strapping
40 / 42 / 45 / 46	CSI_D4–D7	DVP	4 bits mais significativos — diretos ao ESP32-S3
38 / 39 / 47 / 48	CSI_D0–D3 ■ DIO0–D3	DVP / LoRa	4 LSB da câmera multiplexados com DIO0–3 do LoRa (QS3257QG)
9	MUX_SEL	Controle	Seleção do QS3257QG — 0 = LoRa (DIO), 1 = câmera (CSI_D0–3)
1 / 2 / 41	Controle DVP	DVP	Sincronismo PCLK / HSYNC / VSYNC; SCCB (SIO_C/SIO_D) em barramento próprio
0	BOOT	Strapping	Botão BOOT (modo download)
CHIP_PU	RESET	—	Botão RESET (reinicia o ESP32-S3)

GPIO0, GPIO3, GPIO45 e GPIO46 são pinos de strapping do ESP32-S3 — observe as restrições de nível durante o boot. **Barramento compartilhado câmera/LoRa:** os 4 bits menos significativos da câmera (CSI_D0–D3) e as saídas de controle DIO0–DIO3 do módulo LoRa usam os mesmos GPIOs (38/39/47/48) através do multiplexador QS3257QG, comandado por GPIO9 — em nível 0 passam os sinais do LoRa (DIO0–3) e em nível 1 passam os dados da câmera (CSI_D0–3); câmera e recepção de interrupções LoRa operam de forma alternada. O pino de enable do QS3257 é fixo em GND (sempre ativo) e o MCLK da câmera vem de oscilador dedicado (SG-8002CE).

18. Botões e Controles

Botão	Sinal	Função
RESET	CHIP_PU	Reinicia o ESP32-S3R8 (circuito com BC817)
BOOT	GPIO0	Entra em modo de download / programação ao reiniciar
KEY / ON	SW3 (IP5306)	Liga/desliga e gerenciamento de energia pelo PMIC

19. Aplicações

AIoT (IA + Internet das Coisas)	Visão computacional na borda	Reconhecimento de imagem
Keyword spotting / comando por voz	Classificação de áudio e som	TinyML / Edge AI
Nós sensores LoRa / LoRaWAN	Monitoramento remoto	Interfaces HMI com display touch
Detecção de movimento e gestos	Automação residencial e industrial	Protótipos de produto conectado

A combinação de ESP32-S3R8 com 8 MB de PSRAM, câmera OV5640, microfones PDM e display touch permite executar inferência local de visão e áudio (reconhecimento de imagem, comandos de voz, detecção de eventos) sem dependência da nuvem, enquanto os rádios Wi-Fi/BLE e LoRa habilitam comunicação de curto e longo alcance — tudo com operação

autônoma alimentada por bateria.

20. Conectores, Informações Mecânicas e Ambientais

Item	Especificação
Display	IPS 3,5" · 320x240 · controlador ST7789 · touch capacitivo I ² C
Conector principal	USB-C (alimentação + dados, via bridge CH343P)
Câmera	Conector flex para módulo OV5640 (DVP + SCCB)
Armazenamento	Soquete microSD com detecção (Hirose DM3AT)
Áudio	Conector de alto-falante (J1, 2 vias)
Bateria	Conector para célula Li-ion única (J5, 2 vias)
Expansão I ² C	Conector I ² C dedicado (SDA / SCL / 3,3 V / GND)
Expansão UART/GPIO	Conector com UART (OUT_TX/OUT_RX) e GPIO (OUT1/OUT2) via PCA9531
Antenas	Cerâmica AN9520-245 (2,4 GHz) + antena dedicada LoRa 915 MHz
Temperatura de operação	-40 °C a +85 °C (limitada pelo ESP32-S3)
Tensão lógica	3,3 V

21. Identificação das Versões

Variante	Flash externa QSPI	Aplicação recomendada
iW-AIoT-eXplorer / 16 MB	Winbond W25Q128 (16 MB)	Firmware AIoT padrão, OTA, modelos de ML compactos
iW-AIoT-eXplorer / 32 MB	Winbond W25Q256 (32 MB)	Modelos de visão/áudio maiores, datasets em flash, multi-OTA

Documento técnico preliminar elaborado a partir do esquema elétrico do projeto iW-AIoT-eXplorer (KiCad 10.0.3, Rev. RV01). A alocação de GPIOs e os valores de consumo/tensões são derivados do esquemático e dos componentes; consulte os datasheets dos fabricantes (Espressif ESP32-S3, OmniVision OV5640, STMicroelectronics IMP34DT05 e LIS3DH, Maxim MAX98357A, HopeRF RFM95W, Sitronix ST7789, Injoinic IP5306, Winbond W25Q) para parâmetros garantidos. © Indústrias William — Changing the world for a better future.