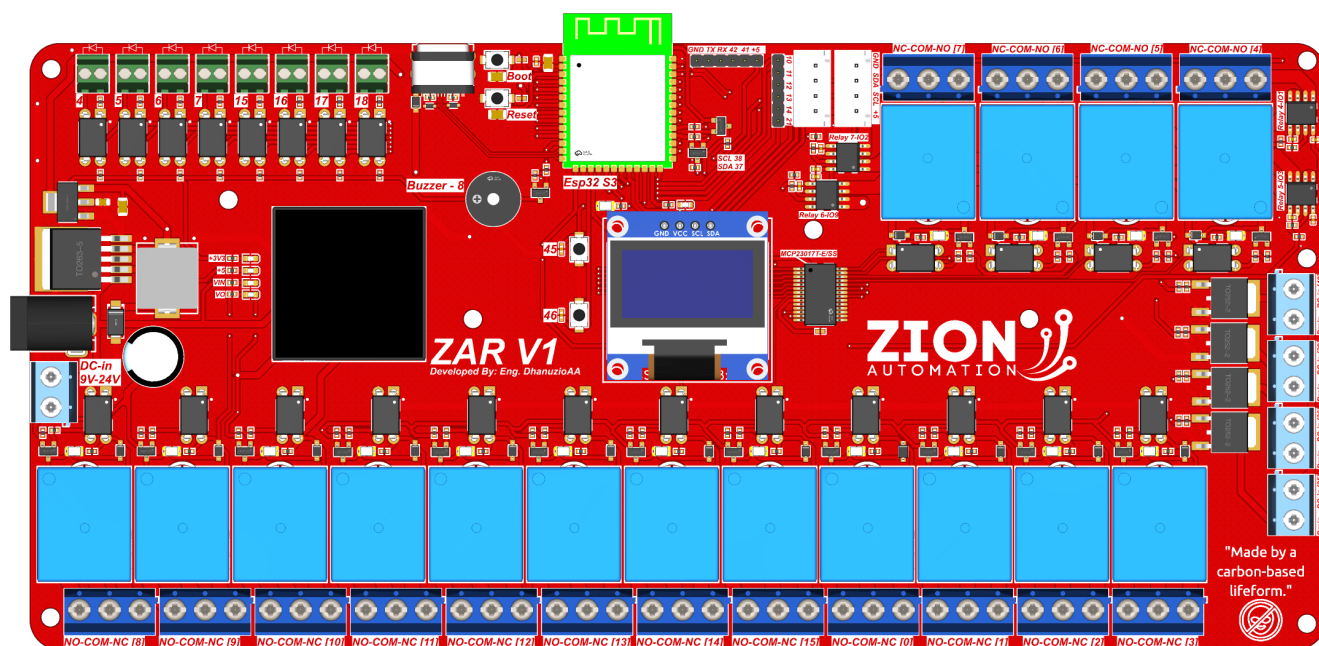




ZAR V1

Zion Automation Residential — central de automação residencial baseada no ESP32-S3, com 16 relés comandados por expensor I2C, 4 deles com medição de corrente, 4 saídas MOSFET, 8 entradas opto-isoladas, display OLED e isolamento galvânico entre lógica e potência.



Vista superior da ZAR V1 (render).

Identificação	Valor
Modelo	ZAR V1 (Zion Automation Residential)
SKU	ZA-OZ-ZARV1
Fabricante	Zion Automation
Módulo	ESP32-S3-WROOM-1 (N16R2)
Versão deste documento	V1.0 – Setembro de 2026

1. Características principais

Bloco	Especificação
Processador	ESP32-S3, dual-core Xtensa LX7 de 32 bits, até 240 MHz
Memória	16 MB de Flash e 2 MB de PSRAM, ambas Quad SPI, integradas ao módulo
Conectividade	Wi-Fi 2,4 GHz IEEE 802.11 b/g/n e Bluetooth 5 (LE)
Relés	16 canais, contato reversível (NA / COM / NF), comandados por um MCP23017 via I2C
Medição de corrente	4 sensores ACS712 de ± 5 A (efeito Hall, isolados) nos relés 4 a 7
Saídas MOSFET	4 canais AOD4184A em chaveamento low-side, compatíveis com PWM
Entradas	8 entradas por optoacoplador PC817, cada uma com os dois polos isolados da lógica
Isolamento	Bobinas dos relés alimentadas por conversor DC-DC isolado, com terra próprio (GND2)

Bloco	Especificação
Interface local	Display OLED SSD1306 128×64 (I2C), buzzer, 2 botões de usuário, 2 LEDs de usuário
Expansão	2 conectores I2C, conector UART e conector de 6 GPIOs livres
Interface USB	USB-C nativo do SoC, com USB Serial/JTAG (gravação e depuração sem conversor externo)
Alimentação	9 a 12 V DC por jack ou borne; regulação interna para 5 V e 3,3 V

2. Alimentação

2.1 Condições recomendadas de operação

Parâmetro	Mín.	Típ.	Máx.	Unidade
Tensão de entrada (DC_IN)	9	12	12	V
Tensão lógica dos GPIOs do ESP32-S3	—	3,3	—	V
Tensão do barramento I2C externo	—	5,0	—	V

O consumo depende principalmente de quantos relés estão energizados ao mesmo tempo e das cargas ligadas nas saídas MOSFET, que são alimentadas pela própria entrada DC_IN. Dimensione a fonte somando esses dois fatores ao consumo da lógica.

2.2 Trilhas de alimentação

Trilha	Origem	Finalidade
DC_IN	Jack DC ou borne de 2 vias (ligados em paralelo)	Entrada do regulador de 5 V, do conversor isolado e dos bornes das saídas MOSFET
5 V	Regulador chaveado LM2596S-5.0 a partir de DC_IN; também recebe o VBUS do USB-C por diodo	MCP23017, display OLED, sensores ACS712, pull-ups do barramento I2C e regulador de 3,3 V
3,3 V	Regulador LDO AMS1117-3.3 a partir dos 5 V	Módulo ESP32-S3, buzzer e pull-ups das entradas opto-isoladas
5VDC / GND2	Conversor DC-DC isolado a partir de DC_IN	Bobinas dos 16 relés e lado de saída dos optoacopladores dos relés — sem ligação com o GND da lógica

Quatro LEDs de alimentação, serigrafados como VIN, +5, +3V3 e VO, indicam a presença de cada trilha. O LED VO pertence ao lado isolado: se ele estiver apagado, nenhum relé vai atracar.

Somente o USB-C liga a lógica, mas não os relés

O VBUS do USB-C alimenta a trilha de 5 V através de um diodo. Isso basta para gravar o firmware, usar o display, ler as entradas e conversar com o MCP23017 — mas o conversor isolado e as saídas MOSFET dependem de DC_IN. Com a placa ligada só pelo USB, os relés recebem o comando e não atracam. Para testes completos, conecte a fonte DC.

Entrada sem proteção contra inversão de polaridade

O jack e o borne de alimentação estão ligados diretamente em DC_IN. Confira a polaridade antes de energizar: no jack, o pino central é o positivo; no borne, siga a serigrafia. Uma fonte invertida pode danificar o regulador, o conversor isolado e os MOSFETs.

3. Mapa de pinos

Todos os GPIOs abaixo já estão ligados a um recurso da placa. Use esta tabela como referência única ao escrever o firmware; os capítulos seguintes detalham cada bloco.

GPIO	Função na placa	Direção	Observação
IO0	Botão BOOT	Entrada	Pino de inicialização (strapping)
IO1	ACS712 do relé 4	Analógica	ADC1_CH0
IO2	ACS712 do relé 7	Analógica	ADC1_CH1
IO3	ACS712 do relé 5	Analógica	ADC1_CH2 · strapping
IO9	ACS712 do relé 6	Analógica	ADC1_CH8
IO4, IO5, IO6, IO7	Entradas isoladas 4, 5, 6, 7	Entrada	Ativas em nível baixo
IO15, IO16, IO17, IO18	Entradas isoladas 15, 16, 17, 18	Entrada	Ativas em nível baixo
IO8	Buzzer	Saída	Via MOSFET 2N7002
IO35, IO36, IO39, IO40	Saídas MOSFET 35, 36, 39, 40	Saída	Compatíveis com PWM
IO37	I2C – SDA	Bidirecional	Com conversor de nível para 5 V
IO38	I2C – SCL	Saída	Com conversor de nível para 5 V
IO45	Botão de usuário SW2	Entrada	Strapping · ativo em nível baixo
IO46	Botão de usuário SW1	Entrada	Strapping · ativo em nível baixo
IO47	LED de usuário 1 (LED17)	Saída	Nível alto acende
IO48	LED de usuário 2 (LED18)	Saída	Nível alto acende
IO19, IO20	USB D– / D+	—	USB nativo; não reutilizar
IO43 (TX), IO44 (RX)	Conector UART	—	UART0
IO41, IO42	Conector UART	Líves	Disponíveis para o usuário
IO10–IO14, IO21	Conector de expansão	Líves	Disponíveis para o usuário
EN	Botão RESET	—	Reinicia o ESP32-S3

A numeração das entradas isoladas e das saídas MOSFET na serigrafia é o próprio número do GPIO: o borne marcado "15" é lido pelo IO15, e o borne "DC-in [40]" é comandado pelo IO40. Os relés não usam GPIOs do ESP32-S3: eles são comandados pelo MCP23017 (capítulo 4).

3.1 Conectores de expansão

Conector	Pinos (na ordem da serigrafia)	Uso
I2C (2 conectores)	+5 V · SCL · SDA · GND	Sensores e módulos I2C externos, em 5 V
UART	+5 V · IO41 · IO42 · RX (IO44) · TX (IO43) · GND	Serial, módulos RS-485, depuração
Expansão	IO10 · IO11 · IO12 · IO13 · IO14 · IO21	GPIOs líves; IO10–IO14 servem como SPI (FSPI)

No conector UART, "RX" é a entrada do ESP32-S3: ligue nele o TX do adaptador ou do módulo externo, e vice-versa. O conector de expansão não tem pinos de alimentação — use os 5 V e o GND dos conectores I2C ou UART.

4. Barramento I2C, expensor MCP23017 e relés

4.1 Barramento I2C

O ESP32-S3 fala I2C pelos pinos IO37 (SDA) e IO38 (SCL). Logo na saída do módulo, um conversor de nível bidirecional com dois MOSFETs eleva o barramento para 5 V: o MCP23017, o display e os dois conectores I2C trabalham todos em 5 V, com os pull-ups já montados na placa.

Dispositivo	Endereço I2C	Observação
MCP23017 (expensor dos relés)	0x20	A0, A1 e A2 ligados ao GND
Display OLED SSD1306	0x3C	Endereço padrão do módulo 128×64

Dispositivos externos veem 5 V no barramento

Como os pull-ups do lado externo estão em 5 V, um sensor que só tolera 3,3 V nos pinos SDA/SCL pode ser danificado se ligado direto aos conectores I2C. Use módulos que aceitem 5 V (a maioria dos breakouts já tem regulador e conversor de nível) ou um conversor de nível próprio.

4.2 Como os relés são comandados

Cada um dos 16 pinos do MCP23017 comanda um relé. O pino aciona o LED de um optoacoplador; do outro lado, o transistor do optoacoplador liga o gate de um MOSFET que energiza a bobina do relé a partir da trilha isolada de 5 V. Um diodo de roda-livre protege cada bobina, e um LED ao lado do relé acende enquanto ele está energizado.

O comando é **ativo em nível alto**: escrever HIGH no pino do MCP23017 liga o relé. O número serigrafado entre colchetes em cada borne, de [0] a [15], é exatamente o índice do pino na biblioteca Adafruit MCP23017 — 0 a 7 correspondem a GPA0–GPA7 e 8 a 15 a GPB0–GPB7.

Relés	Pinos do MCP23017	Índice na biblioteca	Bornes	Medição de corrente
[0] a [3]	GPA0 a GPA3	0 a 3	NO-COM-NC, borda inferior	—
[4] a [7]	GPA4 a GPA7	4 a 7	NC-COM-NO, borda superior	ACS712 (capítulo 5)
[8] a [15]	GPB0 a GPB7	8 a 15	NO-COM-NC, borda inferior	—

Os bornes dos relés 4 a 7 estão montados na borda oposta e por isso a ordem dos contatos aparece invertida na serigrafia (NC-COM-NO). Confira sempre a legenda impressa ao lado de cada borne.

Exemplo mínimo com a biblioteca **Adafruit MCP23017 Arduino Library**:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MCP23X17.h>

Adafruit_MCP23X17 mcp;

void rele(uint8_t canal, bool ligado) {          // canal 0..15 = número serigrafado
  mcp.digitalWrite(canal, ligado ? HIGH : LOW);
}

void setup() {
  Wire.begin(37, 38);                             // SDA = IO37, SCL = IO38
  if (!mcp.begin_I2C(0x20, &Wire)) {
    while (true) delay(100);                       // MCP23017 não respondeu
  }
  for (uint8_t k = 0; k < 16; k++) {
    mcp.pinMode(k, OUTPUT);                         // registrador de saída inicia em 0 = desligado
    mcp.digitalWrite(k, LOW);
  }
}
```

```
void loop() {
  rele(0, true); delay(1000);
  rele(0, false); delay(1000);
}
```

Todos os relés nascem desligados

Ao energizar a placa, o MCP23017 inicia com todos os pinos como entrada, em alta impedância. Nenhum optoacoplador é acionado, então nenhum relé atraca até o firmware configurar os pinos como saída. Um reset do ESP32-S3 não reinicia o MCP23017: os relés mantêm o último estado escrito até o firmware voltar e reescrevê-los.

Quantos relés ao mesmo tempo

Todas as bobinas são alimentadas pelo conversor DC-DC isolado. Ao acionar muitos relés juntos, o consumo soma a corrente de cada bobina. Se a aplicação precisar ligar vários canais em sequência rápida, acione-os com um pequeno intervalo (por exemplo, 20 a 50 ms entre eles) para suavizar o pico de corrente na partida.

5. Medição de corrente (ACS712)

Os relés 4, 5, 6 e 7 têm um sensor ACS712 de ± 5 A em série com o caminho da carga, entre o contato do relé e o borne. O sensor é de efeito Hall: o circuito de potência fica isolado do circuito de medição, o que permite medir cargas ligadas à rede elétrica.

Relé	Sensor	GPIO	Canal ADC
[4]	U148	IO1	ADC1_CH0
[5]	U149	IO3	ADC1_CH2
[6]	U147	IO9	ADC1_CH8
[7]	U146	IO2	ADC1_CH1

Todos os quatro usam o ADC1, que continua disponível com o Wi-Fi ligado.

5.1 Cadeia de sinal

O ACS712 é alimentado em 5 V e entrega na saída metade da alimentação quando não há corrente, variando 185 mV para cada ampère. Como o ADC do ESP32-S3 não aceita 5 V, cada saída passa por um divisor resistivo de 2,2 k Ω e 3,3 k Ω , que multiplica o sinal por 0,6 antes de chegar ao GPIO.

Corrente na carga	Saída do ACS712	Tensão no GPIO
-5 A	1,575 V	0,945 V
0 A	2,500 V	1,500 V
+5 A	3,425 V	2,055 V

No GPIO, portanto: $I = (V(\text{GPIO}) - V(\text{zero})) / 0,111 \text{ V/A}$, onde $V(\text{zero}) \approx 1,5 \text{ V}$ é a leitura com o relé desligado. A faixa útil fica inteira dentro da atenuação de 11 dB do ADC, que é a configuração padrão do core Arduino.

Calibre o zero no firmware

A saída do ACS712 é proporcional à alimentação de 5 V, e os resistores do divisor têm tolerância. Por isso o ponto de zero real varia alguns milivolts de placa para placa. Meça a média de cada canal com o relé desligado na inicialização e use esse valor como $V(\text{zero})$.

5.2 Medindo corrente alternada (RMS)

Em cargas ligadas à rede, a corrente é senoidal e uma leitura isolada não significa nada. Colete amostras por alguns ciclos de 60 Hz, subtraia o zero e calcule o valor eficaz:

```
const uint8_t PINO_ACS[4] = {1, 3, 9, 2}; // relés 4, 5, 6 e 7
float zero_mV[4];

void calibrarZero() { // chamar com os relés 4..7 desligados
    for (int c = 0; c < 4; c++) {
        uint32_t soma = 0;
        for (int i = 0; i < 1000; i++) soma += analogReadMilliVolts(PINO_ACS[c]);
        zero_mV[c] = soma / 1000.0f;
    }
}

float correnteRMS(int c, int amostras = 2000) { // c = 0..3 -> relés 4..7
    double soma2 = 0;
    for (int i = 0; i < amostras; i++) {
        float v = analogReadMilliVolts(PINO_ACS[c]) - zero_mV[c];
        soma2 += (double)v * v;
    }
    return sqrt(soma2 / amostras) / 111.0f; // 185 mV/A x 0,6 = 111 mV/A -> ampères
}
```

Para cargas em corrente contínua, basta a média das amostras menos o zero, dividida por 111. Correntes abaixo de cerca de 0,1 A ficam próximas do ruído do ADC; faça a média de mais amostras quando precisar detectar cargas pequenas.

Limite de 5 A nos canais medidos

O ACS712 desta placa é de ± 5 A. Acima disso a leitura satura. Nos relés 4 a 7, mantenha a carga dentro dessa faixa para que a medição continue válida.

6. Saídas MOSFET

As quatro saídas usam MOSFETs AOD4184A (canal N, 40 V) em chaveamento low-side. Cada borne tem dois terminais: **DC-in**, ligado direto à entrada de alimentação da placa, e **Drain**, que o MOSFET liga ao GND quando a saída está ativa. A carga vai entre os dois terminais e recebe a mesma tensão da fonte da placa.

Borne	GPIO	MOSFET	Gate
DC-in [40]	IO40	Q43	100 Ω em série, pull-down de 10 k Ω
DC-in [39]	IO39	Q44	100 Ω em série, pull-down de 10 k Ω
DC-in [36]	IO36	Q39	100 Ω em série, pull-down de 10 k Ω
DC-in [35]	IO35	Q42	100 Ω em série, pull-down de 10 k Ω

O pull-down de 10 k Ω mantém as saídas desligadas durante o boot e enquanto o GPIO não é configurado. Nível alto liga a saída; para controlar brilho de fitas de LED ou velocidade de motores DC, use PWM (exemplo para o core Arduino-ESP32 3.x):

```
const uint8_t PINO_MOS[4] = {40, 39, 36, 35};

void setup() {
    ledcAttach(PINO_MOS[0], 1000, 10); // 1 kHz, resolução de 10 bits
    ledcWrite(PINO_MOS[0], 512); // ~50 %
    pinMode(PINO_MOS[1], OUTPUT);
    digitalWrite(PINO_MOS[1], HIGH); // liga/desliga simples
}
```

Cargas indutivas precisam de diodo externo

A placa não tem diodo de roda-livre nas saídas MOSFET. Ao acionar solenoides, válvulas, bombas, motores ou bobinas, instale um diodo em antiparalelo com a carga (cátodo no terminal DC-in, ânodo no terminal Drain) — por exemplo, 1N5819 ou SS34. Sem ele, o pico de tensão no desligamento pode destruir o MOSFET.

Gate acionado com 3,3 V

O gate recebe o nível de 3,3 V do ESP32-S3. O fabricante especifica a resistência de condução do AOD4184A a partir de 4,5 V de gate (até 9,5 mΩ) e o limiar pode chegar a 2,6 V. Com 3,3 V o MOSFET conduz, mas com resistência maior que a nominal: em cargas de corrente elevada, verifique a temperatura do componente na aplicação real.

7. Entradas opto-isoladas

As oito entradas usam optoacopladores PC817. Cada borne tem dois polos (+ e –) ligados apenas ao LED interno do optoacoplador, sem nenhuma conexão com o GND da placa: cada entrada pode ser acionada por uma fonte diferente, sem criar laço de terra entre elas ou com a lógica.

Do lado da lógica, o transistor do optoacoplador puxa o GPIO para o GND, contra um pull-up de 10 kΩ para 3,3 V montado na placa. A leitura é **ativa em nível baixo**: com tensão na entrada, o GPIO lê LOW; sem tensão, lê HIGH.

Borne	GPIO	Borne	GPIO
4	IO4	15	IO15
5	IO5	16	IO16
6	IO6	17	IO17
7	IO7	18	IO18

```
const uint8_t PINO_IN[8] = {4, 5, 6, 7, 15, 16, 17, 18};

void setup() {
  for (int i = 0; i < 8; i++) pinMode(PINO_IN[i], INPUT); // pull-up de 10 kΩ já está na placa
}

bool entradaAtiva(int i) {
  return digitalRead(PINO_IN[i]) == LOW; // LOW = tensão presente no borne
}
```

7.1 Tensão de acionamento e resistor externo

Cada entrada tem apenas 100 Ω em série com o LED do optoacoplador. Isso permite acionar direto com sinais de 3,3 V a 5 V. Para tensões maiores, é obrigatório um resistor externo em série, para limitar a corrente no LED a cerca de 10 mA:

Tensão na entrada	Resistor externo em série	Potência mínima do resistor
3,3 V a 5 V	dispensado	—
12 V	1 kΩ	1/4 W
24 V	2,2 kΩ	1/2 W

Não ligue 12 V ou 24 V direto nas entradas

Sem o resistor externo, uma entrada de 12 V faz passar mais de 100 mA pelo LED do PC817, cujo limite absoluto é 50 mA — o optoacoplador queima. Respeite também a polaridade: o LED conduz apenas do polo + para o –.

8. Display, botões, LEDs e buzzer

8.1 Display OLED SSD1306

O display de 0,96" e 128×64 pixels está no mesmo barramento I2C do MCP23017, no endereço 0x3C, alimentado pela trilha de 5 V. Com as bibliotecas **Adafruit SSD1306** e **Adafruit GFX**:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

Adafruit_SSD1306 oled(128, 64, &Wire, -1); // sem pino de reset dedicado

void setup() {
  Wire.begin(37, 38); // o mesmo Wire usado pelo MCP23017
  oled.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
  oled.clearDisplay();
  oled.setTextSize(1);
  oled.setTextColor(SSD1306_WHITE);
  oled.setCursor(0, 0);
  oled.println("ZAR V1 pronta");
  oled.display();
}
```

Chame Wire.begin(37, 38) uma única vez e compartilhe o mesmo objeto Wire entre o display e o MCP23017. Atualize o display só quando algo mudar: cada oled.display() transfere o quadro inteiro pelo barramento e ocupa o I2C por alguns milissegundos.

8.2 Botões de usuário

Botão	GPIO	Leitura	Observação
SW2 (serigrafia "45")	IO45	LOW quando pressionado	Habilite INPUT_PULLUP
SW1 (serigrafia "46")	IO46	LOW quando pressionado	Habilite INPUT_PULLUP
BOOT	IO0	LOW quando pressionado	Modo de gravação no boot
RESET	EN	—	Reinicia o ESP32-S3

Os botões SW1 e SW2 ligam o pino ao GND e têm um capacitor de 10 µF em paralelo, que faz o debounce por hardware. A placa não tem pull-up externo nesses pinos: use o pull-up interno. Com o pull-up interno (≈45 kΩ) e 10 µF, o pino leva algumas centenas de milissegundos para voltar a HIGH depois de solto — e também logo após o boot. Ignore as leituras do primeiro segundo e não espere detectar toques muito rápidos em sequência.

```
pinMode(45, INPUT_PULLUP);
pinMode(46, INPUT_PULLUP);
bool sw2 = digitalRead(45) == LOW;
```

8.3 LEDs de usuário e buzzer

Recurso	GPIO	Acionamento
LED de usuário 1 (LED17)	IO47	HIGH acende
LED de usuário 2 (LED18)	IO48	HIGH acende
Buzzer	IO8	HIGH liga — MOSFET 2N7002 em low-side, buzzer alimentado em 3,3 V

O gate do 2N7002 tem pull-down de 1 kΩ, então o buzzer fica mudo durante o boot.

9. Limitações e cuidados de projeto

9.1 Pinos de inicialização (strapping)

Quatro pinos ligados a recursos da placa têm função especial no instante do reset do ESP32-S3. O circuito da placa já garante o nível correto; o cuidado é não alterá-lo com ligações externas.

Pino	Função no boot	Uso nesta placa	Cuidado
IO0	Seleção do modo de boot	Botão BOOT	Não segure o BOOT ao ligar, a menos que queira gravar
IO3	Fonte do JTAG	Saída do ACS712 do relé 5	Sem efeito na configuração de fábrica do módulo
IO45	Tensão da memória (VDD_SPI)	Botão SW2	Nunca adicione pull-up externo: nível alto no boot impede o módulo de iniciar
IO46	Mensagens de boot / modo de gravação	Botão SW1	Deixe solto durante o boot

9.2 Outros pontos de atenção

Tema	Descrição
Módulo	A placa foi projetada para o ESP32-S3-WROOM-1 N16R2, com PSRAM Quad. Não substitua por uma versão com PSRAM Octal (R8): nela, os pinos IO35, IO36 e IO37 ficam reservados para a memória, o que derruba duas saídas MOSFET e o SDA do barramento I2C.
Nível lógico	Os GPIOs do ESP32-S3 operam em 3,3 V e não são tolerantes a 5 V. Apenas o barramento I2C tem conversão de nível; os conectores UART e de expansão são de 3,3 V.
Isolamento	GND2 (bobinas dos relés) e os polos das entradas não têm ligação com o GND da lógica. Não una esses terras por fora, ou o isolamento deixa de existir.
Rede elétrica	Os contatos dos relés e o primário dos ACS712 podem trabalhar com tensão de rede. A instalação deve ser feita por pessoa qualificada, com a placa desenergizada, dentro de um quadro ou gabinete fechado e com proteção (disjuntor ou fusível) em cada circuito.
ADC e Wi-Fi	Os sensores de corrente estão no ADC1, que funciona com o Wi-Fi ligado. Não mova a leitura para pinos do ADC2.
Antena	O módulo usa antena de PCB. Em gabinete metálico, o alcance do Wi-Fi cai bastante; prefira caixas plásticas ou posicione a borda da antena longe do metal.
Reset parcial	O botão RESET reinicia só o ESP32-S3. O MCP23017 mantém os relés no último estado; o firmware deve reescrever o estado desejado logo na inicialização.

10. Primeiros passos

10.1 Configuração da IDE

Item	Configuração
Ambientes suportados	Arduino IDE (core Arduino-ESP32 3.x) e PlatformIO
Board	ESP32S3 Dev Module
Flash Size	16MB (128Mb)
PSRAM	QSPI PSRAM. Não selecione OPI: o módulo desta placa usa PSRAM Quad
USB CDC On Boot	Enabled, para ver o Serial Monitor pela porta USB-C
Partition Scheme	Para projetos com Wi-Fi, OTA e muitas bibliotecas, use um esquema de 16 MB
Bibliotecas	Adafruit MCP23017 Arduino Library, Adafruit SSD1306, Adafruit GFX

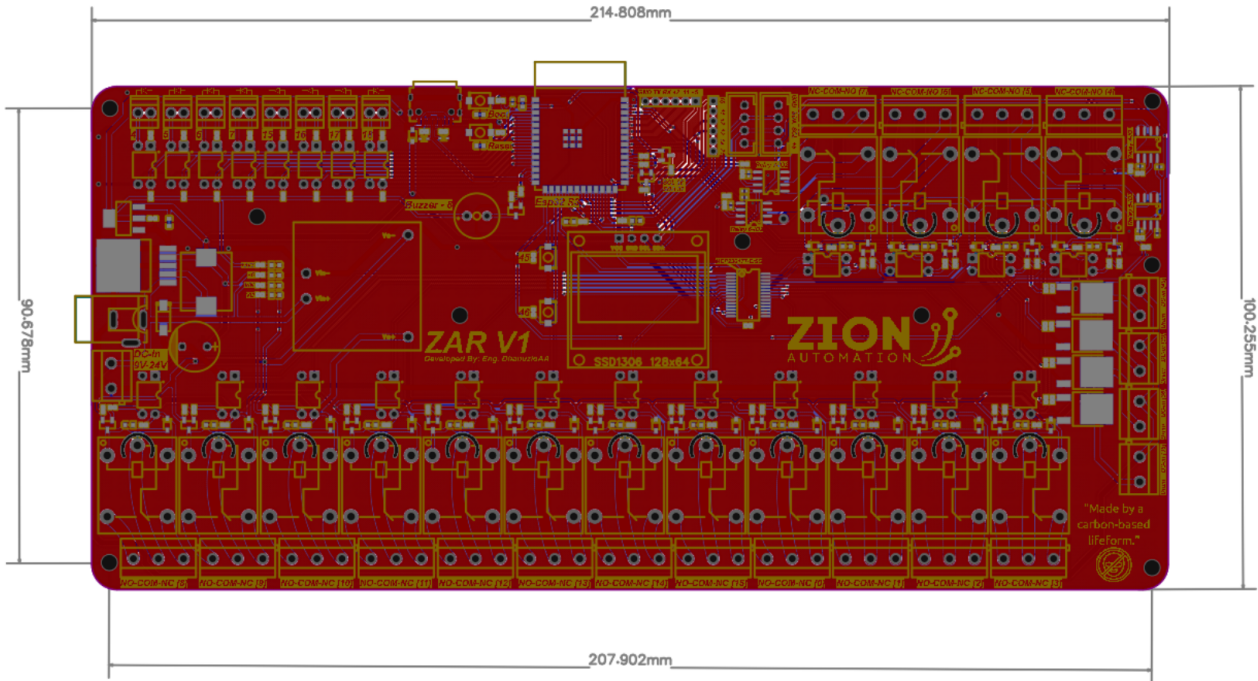
10.2 Modo de gravação manual

Se a placa não for reconhecida automaticamente, coloque-a em modo de download: mantenha BOOT pressionado, dê um toque em RESET, solte RESET e por fim solte BOOT. Após a gravação, pressione RESET uma vez para iniciar o programa.

10.3 Checklist da primeira energização

Passo	O que conferir
1	Fonte de 9 a 12 V DC, com a polaridade conferida, e ainda sem nenhuma carga nos bornes
2	LEDs VIN, +5, +3V3 e VO acesos
3	Varredura I2C encontra 0x20 (MCP23017) e 0x3C (display)
4	Cada relé atraca e o LED ao lado dele acende ao escrever HIGH no pino correspondente
5	Leitura dos ACS712 perto de 1,5 V com os relés 4 a 7 desligados
6	Só então ligue as cargas, começando pelas de menor potência

11. Mecânica



Vista superior com cotas, em milímetros.

Item	Valor
Dimensões da placa	214,8 mm × 100,3 mm
Furos de fixação	4 furos, com centros a 207,9 mm × 90,7 mm
Conectores na borda	O jack DC ultrapassa ligeiramente a borda esquerda da placa
Instalação sugerida	Quadro de distribuição ou gabinete plástico, com espaçadores nos 4 furos
Manuseio	Componentes sensíveis a descarga eletrostática. Manuseie com pulseira antiestática e armazene em embalagem apropriada

12. Histórico de revisão

Versão	Data	Alterações
1.0	Setembro de 2026	Primeira publicação. Pinagem conferida contra o esquemático da placa.

Zion Automation — automação sob medida e componentes eletrônicos. Este documento descreve a placa ZAR V1. As informações aqui apresentadas destinam-se a orientar o projeto e não substituem os datasheets dos componentes individuais.