TPMS — układ na płytce uniwersalnej 50×70 mm

Jedna para: ESP32-S2-MINI + CC1101 E07-M1101D 433 MHz, zasilanie LM317T 3,3 V

Dokument zawiera gotowe rozmieszczenie elementów, lustrzany rysunek połączeń oraz listę par otworów. Piny SPI są zgodne z firmware'em repozytorium: `SCK=4`, `MISO=5`, `MOSI=6`, `CS=7`, `GDO0=10`. Przycisk jest na GPIO3, a LED pozostaje wbudowana na GPIO15.

```
VIN CHRONIONE → LM317T (3,28 V) → JP1 → szyna +3V3 → ESP32 3V3 + CC1101 VCC
                                          └──────────── wspólna GND ────────────┘
USB-C: VIN wyłączone i JP1 OTWARTA. Zasilanie z LM317T: USB odłączone i JP1 ZAŁOŻONA.
```

Najważniejsze połączenia elektryczne

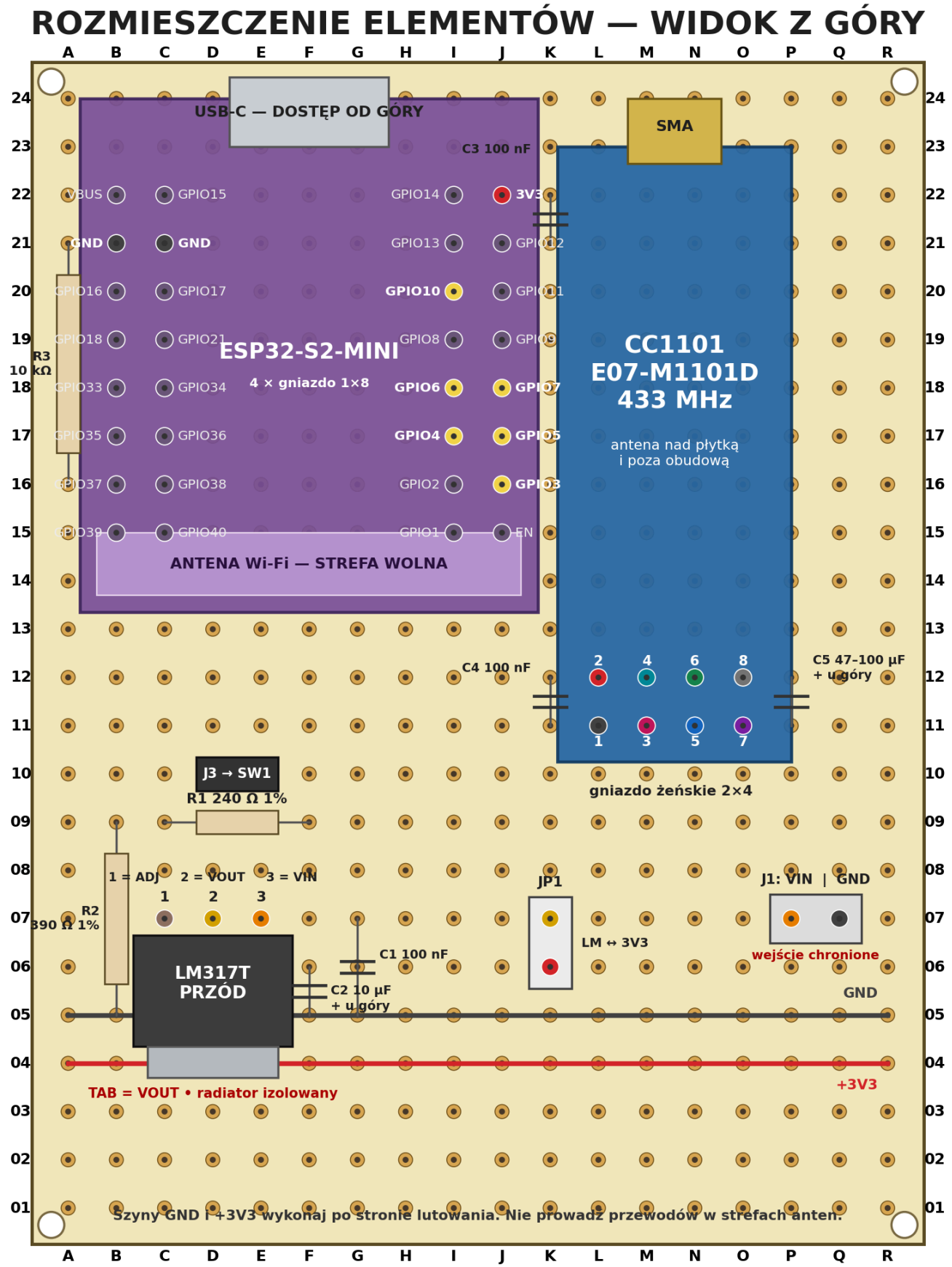
ESP32-S2-MINI	CC1101 / element	Uwaga
3V3	CC1101 pin 2 VCC; szyna +3V3	Wyłącznie około 3,3 V
GND	CC1101 pin 1; LM317T; przycisk	Wspólna masa
GPIO4	pin 5 SCK	SPI
GPIO5	pin 7 MISO/GDO1	SPI
GPIO6	pin 6 MOSI	SPI
GPIO7	pin 4 CSN	SPI
GPIO10	pin 3 GDO0	pin 8 GDO2 niepodłączony
GPIO3	SW1 NO do GND; R3 10 kΩ do 3V3	Aktywny stan niski

> **Nie podłączaj 12 V wprost do J1 jako gotowej instalacji samochodowej.** J1 jest wejściem już zabezpieczonym. Przed LM317T w samochodzie są wymagane: bezpiecznik przy źródle, ochrona przed odwrotną polaryzacją i ujemnymi przepięciami oraz właściwie dobrany TVS z ograniczeniem energii. Do pierwszych testów użyj zasilacza laboratoryjnego 7–9 V.

> **Założenie konstrukcyjne:** jest to projekt prototypu laboratoryjnego do złożenia i pomiarów, nie zwalidowana płytka automotive. Rysunki nie są w skali 1:1 — montaż wykonuj według numerów otworów. Przed lutowaniem sprawdź zgodność egzemplarzy ze zdjęciami i pinoutem.

Podstawa: repozytorium `tpms-schrader-eg53ma4-sim`, dokumentacja WEMOS i Ebyte. Opracowanie: 30.10.2026.

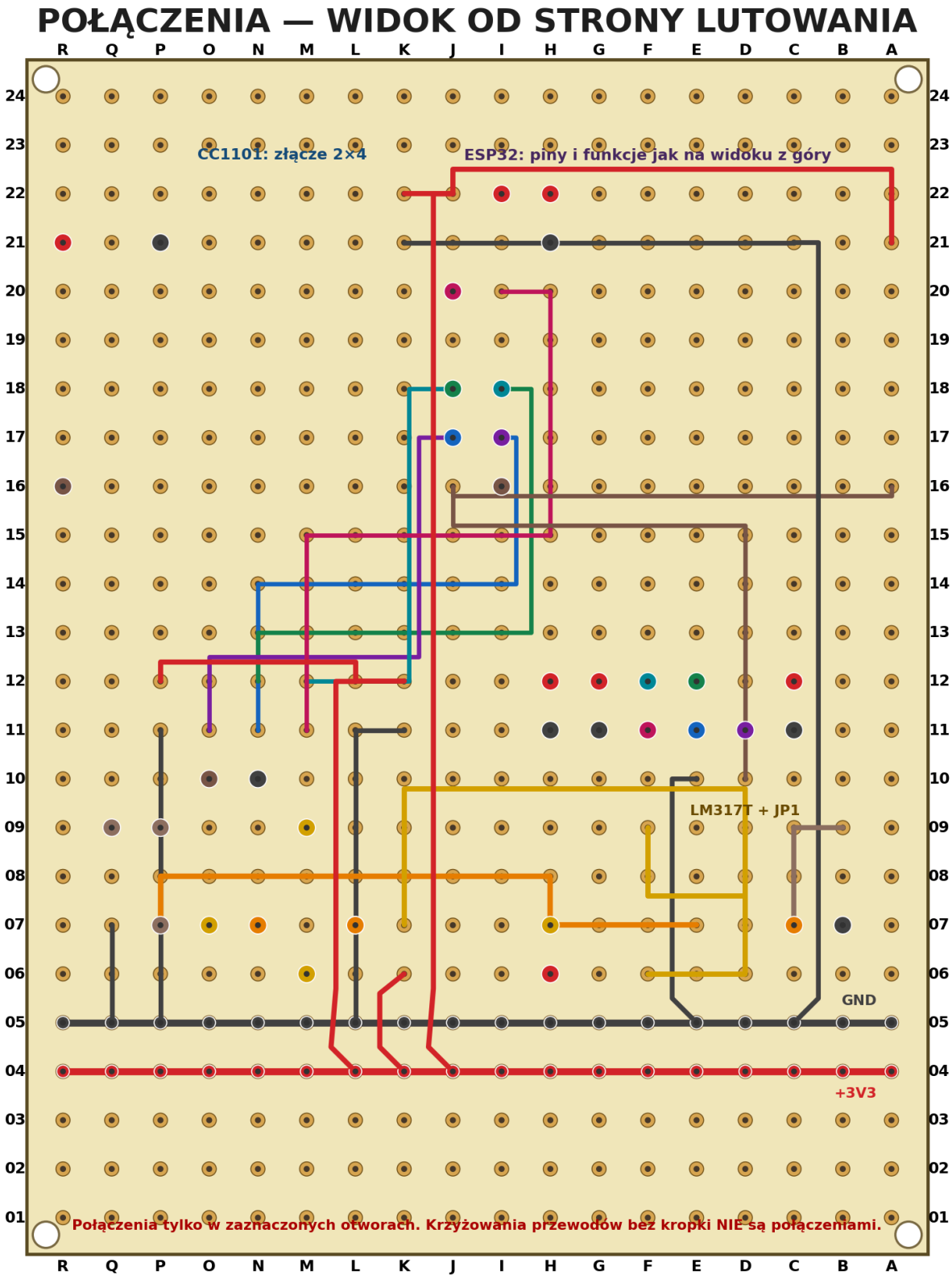
1. Rozmieszczenie elementów — widok z góry



Płytka 50 × 70 mm, raster 2,54 mm • kolumny A–R od lewej • wiersze 24–01 od góry • USB-C na górze

Numeracja zgodna z płytką: kolumny A–R od lewej i wiersze 24–01 od góry. ESP32 jest obrócony o 180°: USB-C znajduje się przy górnej krawędzi, a kabel podłącza się od góry. Moduły najlepiej osadzić na gniazdach żeńskich.

2. Połączenia — widok od strony lutowania



Widok lustrzany. Kolorowe punkty są końcami połączeń; przewody biegnące nad innymi polami lutowniczymi pozostają izolowane i nie są do nich przylutowane.

SCK MISO MOSI CS GDO0 GPIO3/SW1 VIN VOUT LM +3V3 GND

3. Lista montażowa — dokładne pary otworów

Zapis, np. J22, oznacza kolumnę J i wiersz 22 zgodnie z nadrukiem na płytce. Na liście są wszystkie połączenia. Na rysunku spodu kolumny występują w kolejności R–A, ponieważ płytka jest rzeczywiście odwrócona.

Sieć / element	Połączenie otwór → otwór	Wykonanie
SCK	I17 (GPIO4) → N11 (CC pin 5)	przewód izolowany
MISO	J17 (GPIO5) → O11 (CC pin 7)	przewód izolowany
MOSI	I18 (GPIO6) → N12 (CC pin 6)	przewód izolowany
CS	J18 (GPIO7) → M12 (CC pin 4)	przewód izolowany
GDO0	I20 (GPIO10) → M11 (CC pin 3)	przewód izolowany
GDO2	O12 (CC pin 8)	**niepodłączony**
GPIO3 / J3	J16 → D10 (J3.1, do SW1)	przewód izolowany
R3 pull-up	R3: A21–A16; A21 → J22; A16 → J16	10 kΩ między GPIO3 a 3V3
J3 / SW1 / GND	E10 (J3.2, do SW1) → E05 (GND)	przewód izolowany
ESP 3V3	J22 → J04 (szyna +3V3)	przewód czerwony
ESP GND	C21 → C05 (szyna GND)	przewód czarny
C3 przy ESP	C3: K22(+)–K21(−); + → J22; − → C21	100 nF, blisko modułu
CC VCC	L12 (CC pin 2) → L04 (szyna +3V3)	przewód czerwony
CC GND	L11 (CC pin 1) → L05 (szyna GND)	przewód czarny
C4 przy CC	C4: K12(+)–K11(−); + → L12; − → L11	100 nF, najbliżej pinów
C5 przy CC	C5: P12(+)–P11(−); + → L12; − → P05	47–100 µF; pilnuj polaryzacji
J1 VIN	P07 → E07 (LM pin 3 VIN); G07 (C1+) jest na tej samej sieci	przewód zasilający
J1 GND	Q07 → Q05 (szyna GND)	przewód zasilający
C1 wejściowy	C1: G07–G05	100 nF VIN–GND
LM ADJ	C07 (pin 1) → C09 → B09	węzeł ADJ
R1 i R2	R1 240 Ω: C09–F09; R2 390 Ω: B09–B05	R1 VOUT–ADJ, R2 ADJ–GND
LM VOUT / R1	D07 (pin 2) → F09	wyjście regulatora
C2 wyjściowy	C2: F06(+)–F05(−); + → D07	10 µF VOUT–GND
JP1 wejście	D07 → K07 (JP1.1)	VOUT regulatora
JP1 wyjście	K06 (JP1.2) → K04 (szyna +3V3)	zworka separuje LM317T
Szyna GND	wszystkie A05…R05	czarny przewód / cynowana szyna
Szyna +3V3	wszystkie A04…R04	czerwony przewód; nie zewrzeć z GND

4. Elementy dodatkowe i zasady montażu

Lista zakupów zawiera moduły główne, ale do poprawnego układu potrzebne są jeszcze poniższe elementy.

Element	Wartość / wykonanie	Ilość
R1, R2	240 Ω i 390 Ω, 1%, metalizowane 0,25 W	po 1 szt.
R3	10 kΩ, pull-up przycisku	1 szt.
C1, C3, C4	100 nF ceramiczne; C1 najlepiej 50 V	3 szt.
C2	10 µF, co najmniej 10 V	1 szt.
C5	47–100 µF, co najmniej 6,3 V	1 szt.
Gniazda ESP32	listwa żeńska 1×8, raster 2,54 mm	4 szt.
Gniazdo CC1101	listwa żeńska 2×4, raster 2,54 mm	1 szt.
JP1	goldpin 1×2 + zworka	1 komplet
J1, J3, SW1	złącza 2-pin w rastrze 2,54 mm; zewnętrzny przycisk NO podłączony do J3	1 komplet
Przewody	izolowane, sygnały ok. 0,14–0,25 mm²; zasilanie ok. 0,25–0,35 mm²	—
Radiator	TO-220, dobrany do strat i temperatury; zestaw izolacyjny, jeśli wymagany	1 szt.
Wersja samochodowa	bezpiecznik, zabezpieczenie polaryzacji, TVS i ograniczenie energii — przed J1	osobny projekt

Kolejność prac

1. Przenieś numerację otworów na płytkę. Nasuń moduły na gniazda bez lutowania i sprawdź, czy obudowy, USB, SMA, przycisk i radiator mieszczą się bez kolizji.
2. Najpierw przylutuj gniazda i elementy pasywne. LM317T ustaw oznaczeniami do siebie: od lewej **ADJ–VOUT–VIN**. Metalowy TAB jest połączony z VOUT.
3. Wykonaj szyny GND i +3V3, potem zasilanie, a na końcu pięć linii radia i przycisk. SPI prowadź krótko, bez pętli i poza strefami anten.
4. Sprawdź każdą parę z tabeli miernikiem ciągłości. Zwróć uwagę, by przewód przechodzący nad obcym polem lutowniczym nie został do niego przypadkowo przylutowany.
5. Przed zasileniem zmierz rezystancję między +3V3 a GND oraz VIN a GND; sprawdź brak zwarcia między sąsiednimi szynami. Antena 433 MHz ma być dokręcona przed nadawaniem.

Dzielnik LM317T: VOUT ≈ 1,25 V × (1 + 390/240) = **3,28 V**. Kondensatory C1 i C2 umieść blisko stabilizatora, C3/C4 przy modułach, a C5 przy zasilaniu CC1101.

Temperatura: LM317T jest regulatorem liniowym. Straty wynoszą `P=(VIN−3,3 V)×I`. Przy 14,4 V i 300 mA jest to około 3,3 W. Radiator jest konieczny do testów pod obciążeniem; nie może zwierać TAB/VOUT do masy ani obudowy.

5. Pierwsze uruchomienie i kontrola

Pomiar samego LM317T

1. Zdejmij ESP32 i CC1101 z gniazd. **Otwórz JP1**, odłącz USB. Podłącz zasilacz laboratoryjny 7–9 V z ograniczeniem prądu do J1.
2. Zmierz napięcie na JP1.1 (`K07`) względem GND. Oczekiwane jest około **3,28 V**. Jeżeli napięcie przekracza 3,6 V, natychmiast wyłącz zasilanie i sprawdź R1/R2 oraz kolejność nóżek LM317T.
3. Wyłącz zasilanie. Załóż moduły i antenę, zamknij JP1. Bez USB włącz zasilanie z limitem około 0,5 A i zmierz szynę +3V3 pod obciążeniem. Obserwuj napięcie podczas nadawania oraz temperaturę LM317T.

Dwa dozwolone tryby zasilania

Tryb	JP1	USB-C	VIN na J1
Programowanie / praca z USB	**otwarta**	podłączone	wyłączone
Zasilanie z LM317T	**założona**	**odłączone**	włączone, zabezpieczone

Przy otwartej JP1 regulator jest odseparowany, a wspólną szynę ESP32 i CC1101 zasila regulator płytki S2 Mini przez USB. Nie zakładaj JP1 „na wszelki wypadek” przy podłączonym USB.

Kontrola funkcji

- Wgraj firmware zgodnie z README. Konsola używa natywnego USB CDC, 115200 baud.
- Jeśli pojawi się komunikat `BLAD: brak CC1101`, sprawdź 3,3 V na pinie 2, masę na pinie 1 oraz SCK/MISO/MOSI/CS na GPIO4/5/6/7 i GDO0 na GPIO10.
- Test radiowy rozpocznij od niskiej mocy (zgodnie z zaleceniem projektu −10 dBm), na postoju. Nie nadawaj bez anteny i nie traktuj odbioru przez RTL-SDR jako dowodu odbioru przez samochód.
- Przed docelowym zasilaniem z instalacji auta wykonaj pomiary prądu, brownout/crank, temperatury, EMC/ESD i dobór zabezpieczeń. Urządzenie jest prototypem warsztatowym, nie zamiennikiem sprawnego TPMS do jazdy drogowej.

Źródła

1. Repozytorium projektu: `docs/HARDWARE.md`, `docs/POWER.md`, `docs/SAFETY.md`, `src/config.h`, `src/radio.cpp` — przypisanie GPIO, LM317T, odsprzężenie i ograniczenia walidacji.
2. Chengdu Ebyte Electronic Technology Co., Ltd.: *E07-M1101D-SMA User Manual*, rozdział 3 „Size and pin definition”, s. 5–6; oficjalna strona produktu E07-M1101D-SMA.
3. WEMOS: *S2 mini — documentation*, wersja V1.0.0; pinout i wymiary 34,3 × 25,4 mm.
4. STMicroelectronics: *LM317 — adjustable voltage regulator datasheet*; typowa aplikacja i wyprowadzenia TO-220.
5. Zdjęcia handlowe ARD-CC1101-ANT, ARD-ESP32-S2-MINI i PLYT045, Lewandowscy.pl — identyfikacja wersji modułu CC1101 i rastra płytki.

Wskazówka warsztatowa: wydrukuj strony 2 i 3 obok siebie. Strona 2 służy do wstawiania elementów, strona 3 i tabela ze strony 4 — do lutowania i pomiaru ciągłości.