
LoRa Sarimesh PCB

Note di assemblaggio

Vr. 1.0

data: 09/09/2024

Autore: Michele Fucito, *I8FUC*

Indice

<i>Acronimi</i>	4
<i>1 Introduzione</i>	5
<i>2 SARIMESH HW PCB disponibili</i>	8
2.1 PCB Maxi Dual Radio	8
2.2 PCB Mini V2.....	13
2.3 mini PCB per l’adattamento dei moduli LoRa.....	16
<i>3 Strategia di test e caricamento iniziale del SW</i>	18
<i>4 Affinamento della configurazione SW</i>	20
<i>5 Appendice 1 : possibili link di acquisto</i>	21
<i>6 Appendice 2 : Foto e dettagli</i>	23
<i>7 Appendice 3 : Testing modulo GPS</i>	27

Indice delle figure

Figure 1 Vista superiore del PCB Maxi Dual Radio	9
Figure 2 : Dettagli dei chips SMD da montare a cura dell'utilizzatore	12
Figure 3 Contenitore per ospitare il PCB Maxi Dual radio	12
Figure 4 Contenitore stagno per montaggio in esterni del PCB Maxi	13
Figure 5 Vista Superiore PCB Mini Vr. 2	14
Figure 6 Dettaglio chips SMD da montare a cura dell'utilizzatore	15
Figure 7 Dettaglio della correzione necessaria su questo PCB	15
Figure 8 Carta figlia di adattamento per moduli LoRa	16
Figure 9: PCB Maxi montato nel contenitore JE-200 con alimentazione tramite PoE	24
Figure 10: PCB Maxi con interfaccia Ethernet , display OLED e ventola di circolazione aria	24
Figure 11 : PCB Maxi a montaggio ultimato senza moduli ad innesto.	24
Figure 12 : Montaggio UPS + Batteria LiPo + Raspberry nel coperchio di un contenitore JE-200	24
Figure 13: PCB Mini vista inferiore	25
Figure 14 : PCB Mini vista superiore	25
Figure 15 : PCB Mini vista frontale	25
Figure 16 : PCB Mini senza moduli ad innesto a montaggio ultimato.	26
Figure 17 attivazione GPS_Test_Mode	27
Figure 18 Esempio di schermata del tool di gestione trasparente del modulo GPS installato su PCB Sarimesh.	28

Acronimi

ACRONYM	Explanation
AP	Access Point
APRS	Automatic Position Reporting System
APRS-IS	APRS Internet Service
BT	Bluetooth
BW	Band Width
CPU	Central Processing Unit
CR	Coding Rate in case of Lora Protocol or Carriage Return
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
FRAM	Ferroelectric RAM
GPS	Global Positioning System
GUI	Graphic User Interface
HW	Hardware
IoT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
KISS	Keep It simply Stupid protocol
LAN	Local Area Network
LF	Line Feed
LoRa	“Long Range” Radio Communication Technique
M2M	Machine to Machine
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport Protocol
OLED	Organic Led (display technology)
OTA	Over The Air update
PCB	Printed Circuit Board
PPM	Parts Per Million
PPS	Pulse Per Second
RAM	Random Access Memory
RTC	Real Time Clock
RX	Receive
SDR	Software Defined Radio
SF	Spreading Factor
SMD	Surface Mounted Devices
SNR	Signal to Noise Ratio
SPI	Serial Peripheral Interface
SW	Software
TCXO	Temperature Compensated Crystal Oscillator
TFT	Thin-film transistor (display technology)
TX	Transmit
uC	MicroController

1 Introduzione

Questo documento fornisce delle sintetiche indicazioni relativamente al montaggio e al setup iniziale dei PCB generati nel corso della sperimentazione Sarimesh LoRa.

Attualmente sono disponibili sul mercato un notevole numero di dispositivi che includono chips della famiglia LoRa e che quindi si prestano a supportare dei SW che tendono a realizzare principalmente le funzioni di tracker e/o iGate APRS: il motivo per cui agli inizi (2017) della sperimentazione LoRa nell'ambito delle attività del gruppo Sarimesh (Sorrento Radio Amateur Internode MESH) si decise di creare una piattaforma HW/SW ad hoc per lo studio del protocollo LoRa fu che in quel periodo non erano disponibili circuiti sul mercato in grado di supportare i chips LoRa di seconda generazione che in quel frangente iniziavano ad essere disponibili, per cui l'unica possibilità per fare sperimentazione era in effetti quella di creare un proprio ambiente base su cui poter di volta in volta installare dispositivi di ultima generazione da sperimentare.

In particolare si puntò sull'uso di un processore , l'ESP32, e su una piattaforma SW, il sistema operativo FreeRTOS, che sembravano offrire le migliori features HW/SW, con costi base estremamente limitati; a tali scelte si associò l'idea di produrre dei PCB che fungessero da “mother boards” su cui innestare dei moduli disponibili sul mercato come circuiti preassemblati ed entrocontenuti, allo scopo di evitare problemi di layout per le aree di maggiore criticità quali ad es. le parti radio sia legate al protocollo LoRa, che legate al supporto del sistema GPS.

A distanza di parecchio tempo queste scelte a nostro parere hanno ancora senso se si desidera avere la possibilità di “sperimentare” su questi temi... come penso sia chiaro l'obiettivo del nostro lavoro non è stato quindi quello di generare dispositivi particolarmente sfidanti come dimensioni o come consumo energetico, ma quello di generare una piattaforma su cui poter fare quello che su altri “prodotti” semmai non è ancora possibile fare, riutilizzando al massimo moduli e componenti già disponibili nella propria cassetta degli attrezzi.

Una altra linea guida che ci siamo dati è stata quella di considerare due direzioni di lavoro: la prima che mirasse a dispositivi “portatili” anche se comunque modulari, e la seconda che mirasse a dispositivi di uso “fisso” e destinati a fungere da punti di riferimento in una certa configurazione di rete.

Per entrambe si è assunto come mandatorio di essere in grado di avere dispositivi in grado di avere una “base dei tempi” affidabile allo scopo di poter in futuro semmai implementare metodiche di lavoro di tipo per es. “time slicing” che richiedessero quindi una base di tempo reale affidabile.

Una ultima funzione a cui si è posta attenzione è la modalità con cui questi dispositivi, soprattutto per la direzione “uso fisso”, si possano collegare ad internet: infatti il grosso limite del processore ESP32, peraltro eccezionale come architettura, è la mancanza di una interfaccia di rete “cablata”, agevolmente implementabile, a meno di non dover sacrificare notevolmente altre funzioni disponibili.

Tutte queste “features” in effetti sono quelle che mancano probabilmente nella maggior parte degli schedini che si trovano sul mercato, o che se disponibili comportano la mancanza significativa di altre funzioni o costi di acquisto elevati.

Il risultato di questa nostra analisi si concretò quindi in due versioni di una certa architettura HW/SW: una versione che chiamiamo “Maxi PCB” destinata a fare da base per soluzioni “fisse”, ed una versione “Mini PCB” per fare da base per applicazioni “mobili/portatili”.

Tutte le versioni sono a livello di schema elettrico e di componentistica utilizzata estremamente simili allo scopo di poter utilizzare uno stesso insieme di moduli aggiuntivi o di componenti di base per montare questi circuiti, e differiscono sostanzialmente per gli attributi di “flessibilità” e “modularità” che li contraddistinguono.

Nel tempo da queste due varianti base abbiamo derivato dei PCB aggiuntivi che mirassero a fornire delle soluzioni per poter realizzare delle “proof of concept” di particolari spin-off NON modulari che mirassero a particolari aree di utilizzo... un esempio è la versione “Super Mini” studiata per es. per essere utilizzata sui droni come dispositivo per il recupero di emergenza degli stessi. Questi spinoff consentono in pratica di realizzare delle prototipature per la verifica di usabilità a fronte delle particolari applicazioni target.

Nel seguito vengono illustrate in dettaglio le due versioni base Maxi e Mini, illustrandone gli attributi di modularità e cercando di spiegare come configurare i circuiti in fase di montaggio per ottenere un certo tipo di features... in generale questi PCB presenteranno tipicamente degli “zoccoletti” che potranno non essere “popolati” in tutte le possibili applicazioni... questo è ovviamente normale e voluto proprio per poter avere dei PCB usabili in diversi contesti.

Le aree di flessibilità possono essere così elencate:

- flessibilità a livello di radio LoRa
- flessibilità a livello di modulo GPS
- flessibilità a livello di connessione di rete IP
- flessibilità a livello di tempo reale
- flessibilità a livello di alimentazione
- flessibilità a livello di sensori e moduli aggiuntivi
- flessibilità a livello di interfaccia di controllo e debug

Tutte queste aree possono o meno essere presenti sui vari PCB. Di seguito qualche dettaglio relativamente alle varie aree.

1) Flessibilità a livello di radio LoRa: l’obiettivo è stato quello di poter supportare su uno stesso PCB fino a due diverse radio LoRa; per consentire di montare dispositivi diversi si è scelto di definire un formato di “carta figlia” con pinout standard a 2.54mm su cui montare diversi tipi di moduli in modo da “trasformare” la pinnatura specifica di un certo modulo in una pinnatura standard verso il processore utilizzato. Questa soluzione consente di concentrare peraltro la parte radio LoRa su un mini-pcb completamente schermato e che si interfaccia con il resto del circuito tramite interfacce “lente”. Attualmente sono disponibili diversi tipi di “piastrini LoRa” su cui poter saldare moduli di prima e seconda generazione LoRa includendo moduli non solo VHF/UHF, ma anche moduli a 2.4 Ghz.

2) Flessibilità a livello di modulo GPS: è una area in dinamica evoluzione... i circuiti disponibili sul mercato spesso includono chipset GPS vecchi, l’obiettivo è poter sperimentare moduli GPS di ultima tecnologia senza stravolgere il resto della circuiteria. La soluzione scelta è quella di prevedere una connessione verso il processore tra-

mite interfaccia seriale con aggiunto il pin PPS (pulse per second) essenziale per applicazioni in tempo reale.

3) Flessibilità a livello di connessione di rete IP: di base la connessione WiFi è il default; per il caso di soluzione per impiego “fisso” l’alternativa opzionale è l’uso di una interfaccia Ethernet 10/100 implementata tramite modulo W5500 che in generale è la soluzione più stabile e non soggetta a variabilità contrariamente al caso di connessione via WiFi.

4) Flessibilità a livello di tempo reale: fornire la possibilità di avere on board un modulo “Real time clock” opzionale per la tenuta del tempo reale anche in caso di reboot o assenza di altre fonti di sincronizzazione, e consentire la sincronizzazione da rete internet tramite NTP (Network Time Protocol) o da GPS se equipaggiato.

5) Flessibilità a livello di alimentazione: essere in grado di alimentare le schede usando diverse fonti di alimentazione primaria e diverse modalità fisiche di adduzione di tale fonte primaria alle schede; in particolare è stata standardizzata come fonte primaria l’interfaccia USB-C mentre sono state previste diverse opzioni per arrivare a tale interfaccia: in particolare è possibile usare una qualsiasi fonte di alimentazione standard USB-C, ovvero un adattatore PoE in grado di uscire in USB-C ovvero un sistema di alimentazione autonomo, per es. tramite pannello solare, sempre in grado di uscire in USB-C. Questa scelta dovrebbe consentire di usare un certo PCB in diverse condizioni ambientali quali ad es. in casa, sul terrazzo con alimentazione tramite PoE, in completo isolamento tramite pannello solare e batterie.

6) Flessibilità a livello di sensori e moduli aggiuntivi: consentire di collegare al processore in maniera agevole diversi tipi di sensori ambientali o moduli adattatori di interfacce di comunicazione; in particolare per i sensori si è scelto di puntare sull’utilizzo del bus I2C come principale metodo di interfacciamento; eventuali modalità di interfacciamento diverso in particolare tramite connessione di tipo analogico non sono state implementate finora in quanto troppo dipendenti da situazioni specifiche (es. interfacciamento tramite pin di tipo ADC/DAC). Una modalità anche considerata è l’interfacciamento tramite linea seriale tipo RS232 (a livelli digitali).

7) Flessibilità a livello di interfaccia di controllo e debug: possibilità di configurazione, gestione e debug completamente SENZA necessità di un ambiente di sviluppo HW/SW. In pratica l’interfaccia base di interazione è tramite interfaccia WEB, e tramite interfaccia di comando di tipo “MMI” (Man Machine Interface) tramite interfaccia seriale o su IP (tramite telnet).

Tutti questi attributi ovviamente si traducono nella necessità di prevedere un opportuno sistema di “definizione” di una configurazione di dispositivo in modo da poter specificare le varie funzioni presenti o da attivare/disattivare.

Una possibilità che scaturisce dall’uso dei criteri su indicati è che il SW che si va a sviluppare potrà girare agevolmente oltre che sui dispositivi HW che andiamo a sviluppare, anche su dispositivi HW presenti sul mercato, semplicemente specificando opportunamente la configurazione del dispositivo su cui tale SW dovrà girare.

Come campioni su cui testare il supporto con dispositivi standard di mercato attualmente siamo in grado di verificare i dispositivi Heltec Tracker vr 1.1 e TTGO T-Beam vr. 1.1.

2 SARIMESH HW PCB disponibili

Nel corso della sperimentazione sono stati sviluppati numerosi PCB che hanno mantenuto grossolanamente lo stesso approccio; inizialmente erano PCB basati esclusivamente sulla tecnica di montaggio PTH (solo componenti con i piedini) nell'illusione di semplificare il montaggio per persone non esperte di SMD (montaggio superficiale); recentemente abbiamo deciso di passare alla tecnica SMD che a questo punto è l'unica che supporteremo.

Tutti i PCB sono resi disponibili come preassemblati in fabbrica con la quasi totalità dei componenti SMD montati, e con la sola esclusione di alcuni componenti di dimensioni maggiori allo scopo di contenere i costi di prototipatura (... in caso di errori di layout si correrebbe il rischio di dover gettare l'intera campionatura con un significativo esborso monetario).

Tutti i PCB presentano delle "opzioni" di montaggio per adattarsi agevolmente a diverse condizioni di utilizzo.

I componenti più costosi quali ad es. i processori, i moduli GPS ed i moduli LoRa, sono tutti previsti per essere montati tramite zoccoletti con passo 2.54 mm allo scopo di poter riciclare tali componenti in futuri montaggi per ridurre ovviamente i costi e per poter mantenere aggiornata la piattaforma di sperimentazione nel tempo: in presenza per es. di una nuova variante della "scheda madre" sarà possibile riutilizzare il grosso dei moduli presenti sulla precedente scheda, salvo ovviamente eventuali aggiunte o cambi.

Per quanto possibile proveremo anche a mantenere lo stesso "fattore di forma" per i PCB in modo da consentire di riutilizzare eventuali contenitori o dispositivi di montaggio meccanico delle schede.

A seguire illustriamo in dettaglio i PCB disponibili fornendo dei puntatori da dove scaricare la documentazione di dettaglio degli stessi.

Per ogni PCB viene fornito lo schema elettrico in formato PDF, quindi facilmente "espandibile" come vista e da cui si potranno dedurre tutti i dettagli "elettrici".

Per ogni PCB verranno poi forniti la lista dei componenti (BOM Bill of Materials), i files "gerber", che descrivono in dettaglio i PCB e ne consentono la riproduzione, e che contengono tutti i particolari analizzabili agevolmente tramite opportuni tools disponibili anche on line: un tool consigliato è disponibile al seguente URL: <https://www.pcbway.com/project/OnlineGerberViewer.html>

Verranno inoltre fornite alcune note relative alle opzioni disponibili e ad eventuali note di montaggio.

Per effettuare il montaggio completo dei PCB è necessario ovviamente essere dotati del necessario per effettuare delle saldature su dispositivi di dimensioni molto piccole, come ad es. un saldatore con punta molto fine e a temperatura controllata e semmai un piccolo microscopio o una lente di ingrandimento da banco di lavoro.

Ovviamente si sconsiglia di effettuare il montaggio a... chi ha fretta... o è impaziente :)

2.1 PCB Maxi Dual Radio

Questo PCB rappresenta la versione con il massimo di flessibilità ed è previsto per un utilizzo di tipo fisso.

E' possibile scaricare la documentazione disponibile dai seguenti links:

- schema elettrico: [LoRa_Beacon_2024_DM_Vr1.pdf](#)
- documentazione GERBER: [LoRa_Beacon_2024_DM_Vr1_GERBER_PCS1.zip](#)

- BOM (Bill of materials): [LoRa_Beacon_2024_DM_Vr1.xlsx](#)

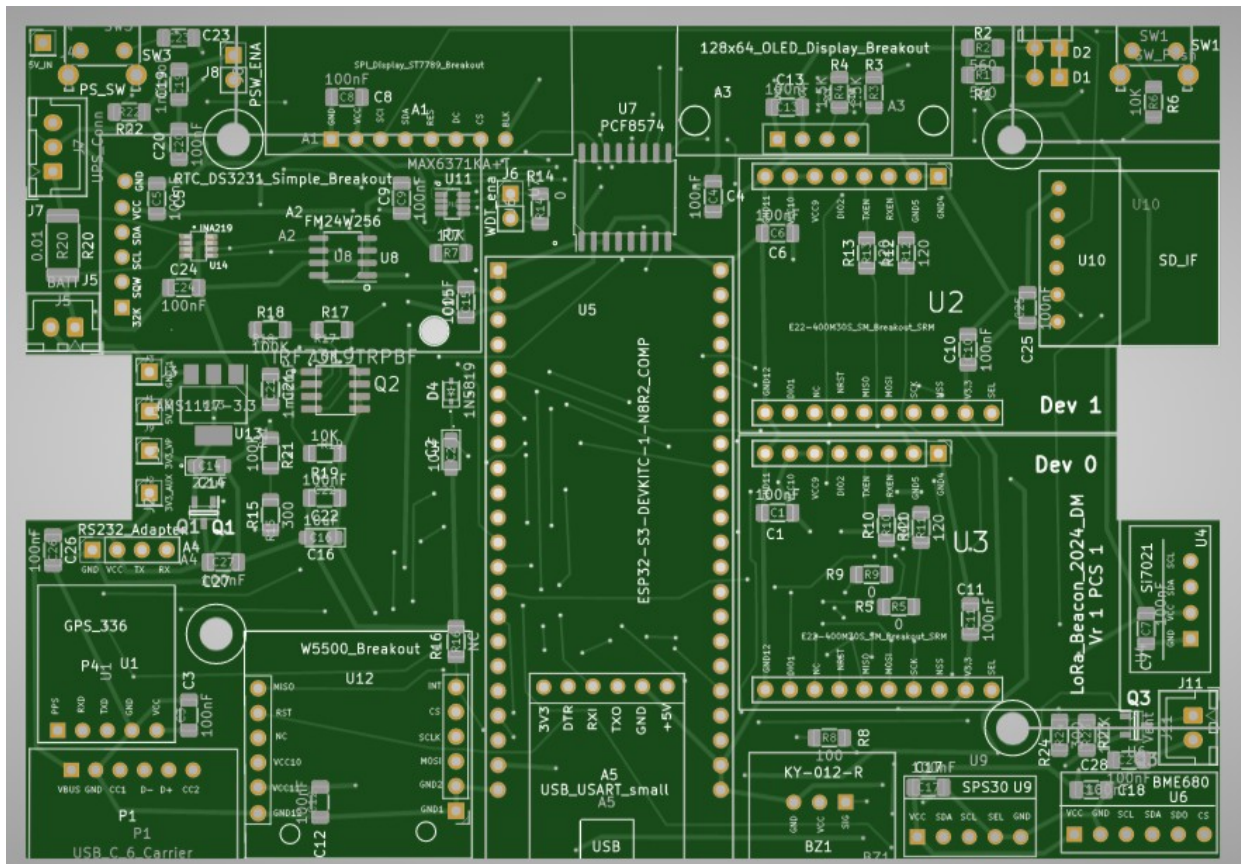


Figure 1 Vista superiore del PCB Maxi Dual Radio

La figura 1 riporta una foto del lato superiore del PCB; come si può notare sono state riportate delle serigrafie che contengono in chiaro in genere il tipo di modulo a cui sono destinate le varie posizioni di montaggio; a seguire si commentano le principali posizioni:

- U5 ESP32-S3 : è il modulo processore ESP32 S3 da montare su due file di connettori a passo 2.54 mm.
- U12 W5500 : è il modulo di interfaccia ethernet da montare unicamente se è richiesta tale interfaccia per la connessione ad internet
- U1 GPS_336: è la posizione di montaggio del modulo GPS da montare per un utilizzo del PCB come tracker o come iGate mobile.
- P1 USB_C : è il modulo di interfaccia per l'alimentazione USB-C da montare sempre.
- A2 RTC_DS3231: modulo RTC Real Time Clock da montare sempre.
- U3 Modulo LoRa Primario : da montare sempre
- U2 Modulo LoRa secondario: da montare solo in caso di utilizzo come iGate Dual Radio
- A3 Modulo Display OLED 128x64: display monocromatico opzionale
- A1 Modulo display ST7789 240x135 : display a colori opzionale
- BZ1 KY-012 : modulo buzzer opzionale
- U6 BME/680 o BME/P280: modulo per misurazione pressione,umidità, temperatura e qualità dell'aria opzionale
- U9 SPS30 modulo per misurazione polveri sottili: opzionale
- U4 SI7021 modulo per misurazione temperatura: opzionale (ancora non supportato in SW)
- U10 SD_IF: interfaccia per memorie flash opzionale (ancora non supportato in SW)
- A5 USART_USB adapter: opzionale (ancora non supportato in SW)

-
- A4 RS232 Adapter (ancora non supportato in SW)
 - J11 connettore ventola circolazione aria: opzionale
 - J5 e J7 connettori per batteria LiPo ed UPS : opzionali
 - J6 WDT_ena: jumper per abilitazione/disabilitazione watchdog timer HW.
 - J8 PSW_ENA : jumper per la abilitazione/disabilitazione dello switch di alimentazione
 - J1, J2, J3, J9 test point alimentazioni
 -

Come si può notare sono presenti una serie di moduli opzionali molti già oggi supportati in SW ed altri previsti ma ancora non completamente supportati in SW; i moduli da equipaggiare ovviamente dipendono dall'uso che si vuole fare del PCB; si può andare dal semplice iGate a singola radio LoRa , ad un iGate con doppia radio LoRa, con la possibilità di equipaggiare o meno una interfaccia Ethernet alternativa alla connettività WiFi come upstream verso internet.

Sono poi presenti due posizioni di display di cui uno a colori e l'altro monocromatico equipaggiabili opzionalmente. I due display possono operare indipendentemente ; attualmente è solo supportata la modalità di uso simultaneo in SW.

Sono poi presenti le opzioni per un buzzer e per l'alimentazione controllata di una ventola per la circolazione forzata dell'aria in caso di montaggio in esterno in un contenitore.

E' poi presente la possibilità di collegare tramite opportuni cavetti di breve lunghezza semmai dei sensori ambientali da sistemare ovviamente in maniera appropriata all'uso.

La parte di alimentazione, presenta varie possibilità: il caso di alimentazione più semplice per un uso per es. in casa è tramite una connessione USB-C standard. usando il connettore previsto in P1.

Volendo è possibile alimentare la scheda tramite PoE sfruttando un semplice adattatore standard PoE attivo (ovvero a standard IEEE802.3 af) in modo da addurre per es. al sito di montaggio sul terrazzo di casa sia l'alimentazione che la connessione di rete Ethernet per un collegamento ottimale ad internet dal proprio posto di lavoro in casa. Questa modalità di installazione è quella preferred per un uso in casa in quanto fornisce una connettività sicura (contrariamente al caso di collegamento tramite WiFi) , evita di addurre sul terrazzo tensioni pericolose e consente di ridurre a zero le perdite a RF sul cavo di antenna per la radio LoRa.

Una ulteriore possibilità di alimentazione è tramite interfaccia USB afferente per es. da una sorgente tipo pannello solare: in questo caso sul PCB è presente il supporto opzionale per un UPS da aggiungere esternamente e per il supporto di una batteria LiPo con possibilità di misurazione dei parametri V/I di carica/scarica della batteria. Questo utilizzo è verosimilmente appropriato ad un utilizzo in un sito remoto privo di alimentazione di rete.

Sono poi presenti le possibilità di collegare la scheda tramite USB o interfaccia RS232 (a livelli digitali) verso un dispositivo esterno tipo per es. un processore Raspberry per utilizzi particolari come per es. come TNC con interfaccia fisica (è comunque presente la possibilità di connessione TNC tramite connessione di rete LAN via TCP).

Una caratteristica presente sul PCB e che si vuole sottolineare è la presenza di un watchdog timer HW in grado di resettare la scheda in caso di blocco del SW: è una feature indipendente dai meccanismi nativi presenti sul processore utilizzato e che consente di resettare il dispositivo in maniera completamente autonoma in situazioni in cui il processore cessa la sua attività; va osservato che questo PCB è previsto per operare SEMPRE in condizioni di attività, ovvero NON entrerà mai in condizioni di sleep... ergo NON è previsto per utilizzi in cui sia richiesto una minimizzazione di assorbimenti energetici o un funzionamento intermittente. Il Watchdog_timer è abilitabile/disabilitabile tramite il jumper J6.

Sul PCB è presente un pulsante di accensione/spengimento dell'alimentazione; tramite il jumper J8 è possibile bypassare questo pulsante in modo da consentire l'utilizzo in modalità

“sempre acceso” per es. in caso di utilizzo remoto. Il pulsante opera in modalità “toggle” ovvero premendolo si accende, premendolo di nuovo si spegne.

Sempre sul PCB è presente un tastino funzione il cui scopo è quello di realizzare una serie di semplici azioni di gestione della scheda in assenza della funzionalità del display o della GUI (ad es. per attivare/disattivare la modalità standalone, oppure per il factory default oppure per l’accesso alla modalità Admin per scopi di test o manutenzione).

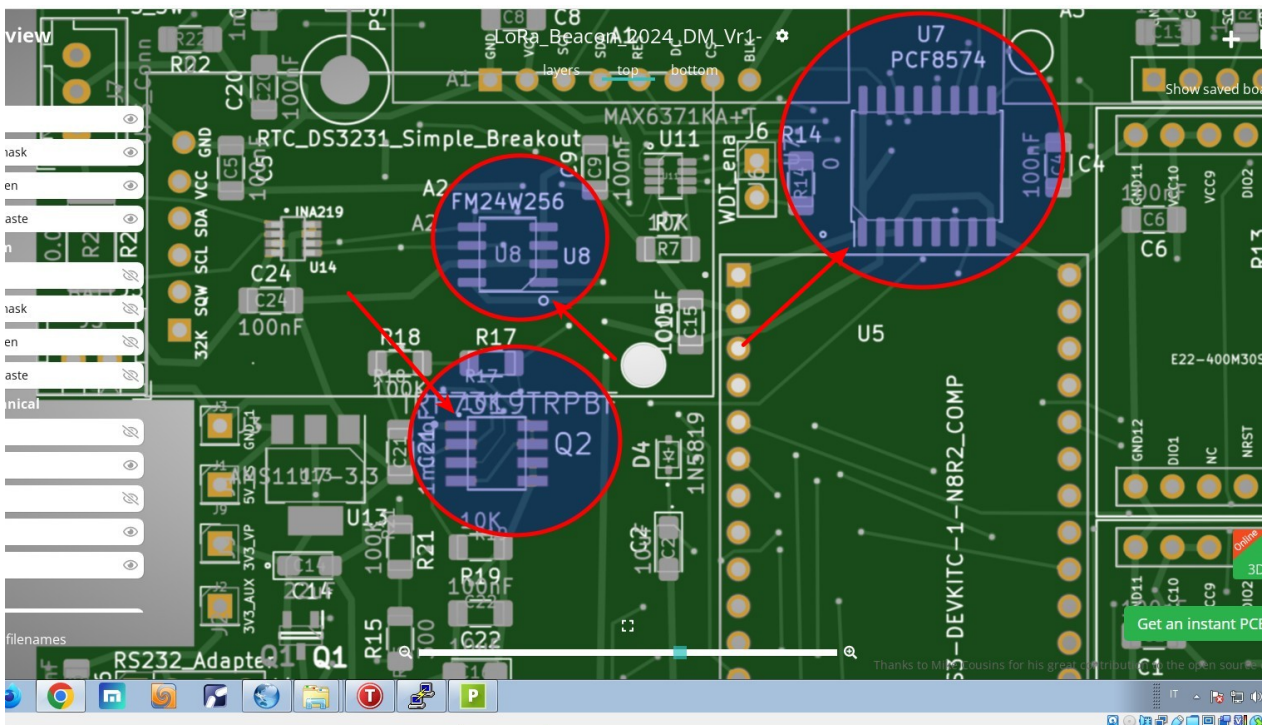
Sono infine presenti dei test point per la misurazione delle tensioni di alimentazione del PCB.

La scheda viene attualmente resa disponibile a chi sia interessato all’utilizzo sotto forma di una PBA semi-assemblata in fabbrica con la maggioranza dei componenti SMD già montati: sono allo stato non montati un numero limitatissimo (3) di chips di costo abbastanza elevato ma di dimensioni anche abbastanza grosse allo scopo di contenere il rischio economico connesso con la prototipazione in caso di errori presenti sul PCB. Ad oggi questo PCB non presenta alcun errore di layout o circuitale.

A seguire si riportano i dettagli delle impronte dei tre componenti SMD che necessitano di essere montati a cura dell’utilizzatore. Si tratta dei chips U8 , Q2 e U7 ; la figura 2 presenta il dettaglio di questi chips sul PCB; le frecce rosse indicano il pin 1 dei chips.

Per il montaggio di tutti gli altri moduli zoccolati 2.54 mm si suggerisce di usare delle strisce femmina ; ovviamente è anche possibile saldare direttamente i moduli sul PCB facendo attenzione a che non si creino corti con eventuali componenti sottostanti l’impronta del modulo.

Le impronte di montaggio dei display sono state studiate allo scopo di poter montare i display sia con zoccoli sul lato superiore del PCB, che con zoccoli montati sotto al pcb in orizzontale



in modo da avere un posizionamento del display tale da minimizzare l’ingombro verticale dell’assemblato. Il PCB è stato studiato come formato fisico per essere agevolmente installato nel contenitore illustrato in fig. 3 per un uso in casa su uno scaffale.

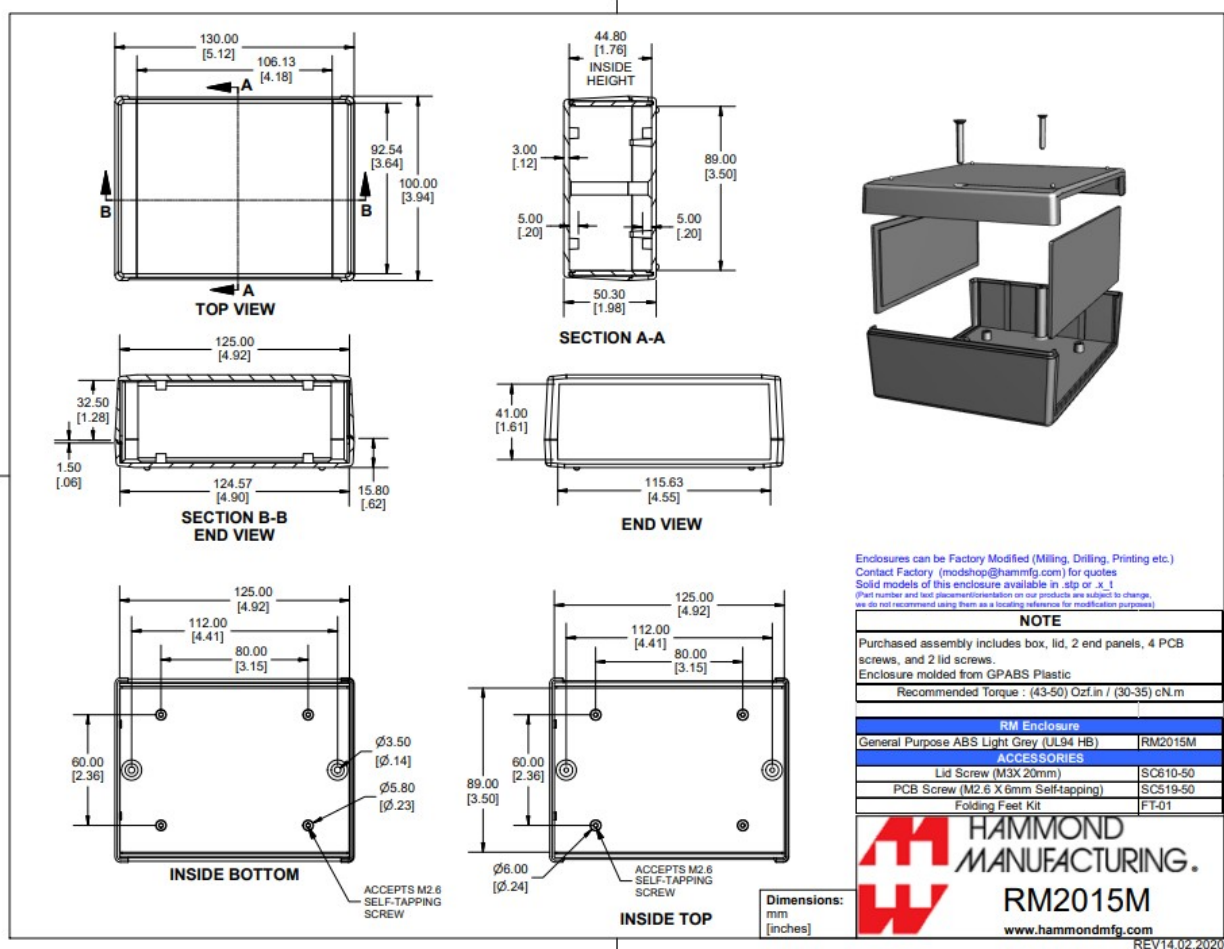


Figure 3 Contenitore per ospitare il PCB Maxi Dual radio

4. Per un montaggio in esterni invece si suggerisce di usare il contenitore illustrato nella figura

Per questo contenitore è disponibile anche una coppia di supporti stampabili in 3D per il montaggio di un PCB Maxi con UPS, batteria da 16Ah e un controller Raspberry in esterni.

Un ultimo tema riguarda il modo di utilizzo delle due radio LoRa che è possibile montare su questo PCB. Le due radio vanno innanzitutto dotate della carta figlia per convertire la piedinatura variegata del modulo loRa da montare nella pinnatura standard prevista sul PCB.

Ogni radio avrà ovviamente un suo collegamento di antenna; è possibile sia utilizzare due diverse antenne per le due radio, che una unica antenna da collegare alle due radio tramite un opportuno Power-Combiner.

Il dispositivo suggerito per questa funzione è riportato nella lista, in appendice, dei moduli utilizzabili ed è caratterizzato da una bassa attenuazione passante ed un buon isolamento tra le porte

Figure 2 : Dettagli dei chips SMD da montare a cura dell'utilizzatore

di ingresso. Il costo è estremamente contenuto.

Ovviamente utilizzando la soluzione a singola antenna si perderanno circa 3 db sia in TX che in RX.

Nel contenitore JE-200 come pure nel contenitore da banco esiste lo spazio necessario e sufficiente per ospitare anche il power combiner.

GentleBOX JE-200

Other variants:

- [GentleBOX JR-200 for parabolic antenna »](#)
- [GentleBOX JC-219 with built-in antenna 5 GHz »](#)
- [GentleBOX JC-220 with dual-polarized antenna 5 GHz »](#)
- [GentleBOX JA-214 with built-in antenna 2,4 GHz »](#)

Technical parameters:

Outer size	203 x 203 x 65 mm
Inner size	186 x 186 x 53 mm
Material	UV steady plastic ABS, Polyamide
Installation for mast	∅ 19 - 54 mm

Specification:

- GentleBOX is an outdoor box for AP, RouterBOARDS and other electronics with a unique system of the grooves and holes for easy installation
- **Easy installation without drilling**, you require only 1 flat and 2 cross-shaped (PH1 and PH2) screwdrivers and the spanner "10" for complete installation
- The package includes cable gland secured against spinning by specially molded retaining lines
- GentleBOX is prearranged for **easy mounting** of RB411

Suitable for:



Figure 4 Contenitore stagno per montaggio in esterni del PCB Maxi

2.2 PCB Mini V2

Questo PCB rappresenta la versione, derivata dal PCB Maxi, pensata per un utilizzo mobile, per esempio montata stabilmente su una autovettura.

E' possibile scaricare la documentazione disponibile dai seguenti links:

- schema elettrico: [Sarimesh_Modular_Tracker_Vr2.pdf](#)
- documentazione GERBER: [Sarimesh_Modular_Tracker_Vr2_GERBER_PCS1.zip](#)
- BOM (Bill of materials): [Sarimesh_Modular_Tracker_Vr2.xlsx](#)

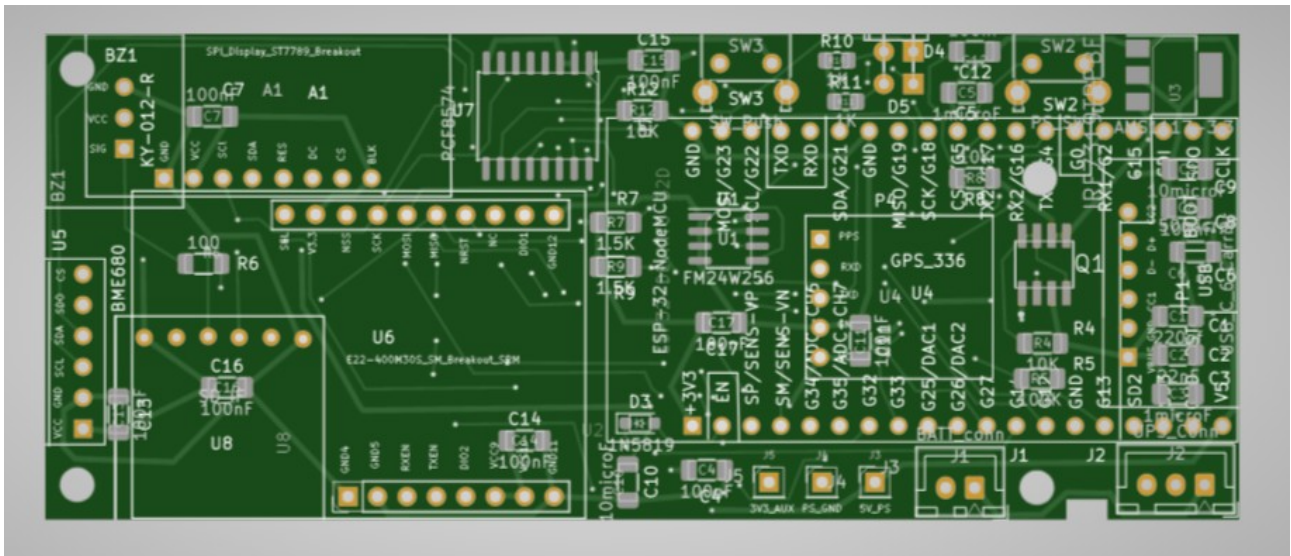


Figure 5 Vista Superiore PCB Mini Vr. 2

La figura 5 riporta una foto del lato superiore del PCB; come si può notare sono state riportate delle serigrafie che contengono in chiaro in genere il tipo di modulo a cui sono destinate le varie posizioni di montaggio; a seguire si commentano le principali posizioni:

- U2 ESP32 : è il modulo processore ESP32 da montare su due file di connettori a passo 2.54 mm.
- U4 GPS_336: è la posizione di montaggio del modulo GPS da montare per un utilizzo del PCB come tracker o come iGate mobile.
- P1 USB_C : è il modulo di interfaccia per l'alimentazione USB-C da montare sempre.
- U6 Modulo LoRa : da montare sempre
- A1 Modulo display ST7789 : display a colori
- BZ1 KY-012 : modulo buzzer opzionale
- U5 BME/680 o BME/P280: modulo per misurazione pressione,umidità, temperatura e qualità dell'aria opzionale
- U8 SD_IF: interfaccia per memorie flash opzionale (ancora non supportato in SW)
- J1 e J2 connettori per batteria LiPo ed UPS : opzionali
- J3, J4, J5 test point alimentazioni

Anche per questo PCB valgono le considerazioni fatte a proposito del PCB Maxi per quanto riguarda le opzioni disponibili.

Anche questa scheda viene attualmente resa disponibile a chi sia interessato all'utilizzo sotto forma di una PBA semi-assemblata in fabbrica con la maggioranza dei componenti SMD già montati: sono allo stato non montati un numero limitatissimo (3) di chips di costo abbastanza elevato ma di dimensioni anche abbastanza grosse allo scopo di contenere il rischio economico connesso con la prototipazione in caso di errori presenti sul PCB.

A seguire si riportano i dettagli delle impronte dei tre componenti SMD che necessitano di essere montati a cura dell'utilizzatore. Si tratta dei chips U1 , U7 e Q1 ; la figura 6 presenta il dettaglio di questi chips sul PCB; le frecce rosse indicano il pin 1 dei chips.

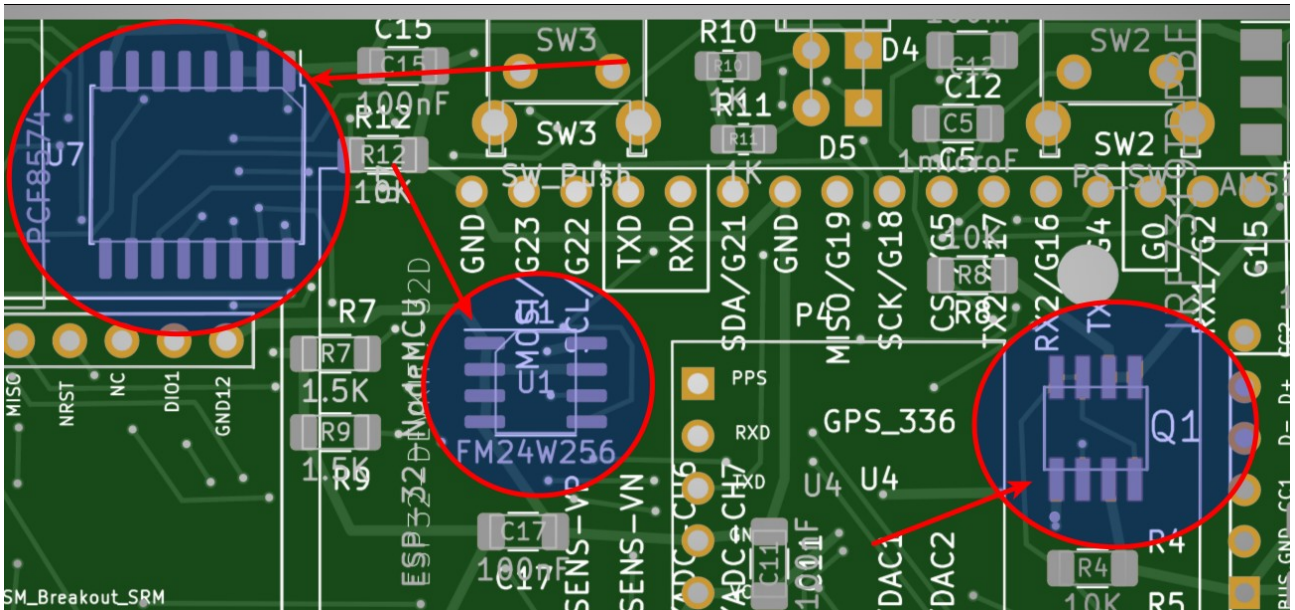


Figure 6 Dettaglio chips SMD da montare a cura dell'utilizzatore

Ad oggi questo PCB presenta un errore di layout facilmente rimediabile collegando un filo tra i punti 1 e 2 indicati nella figura 7 a seguire.

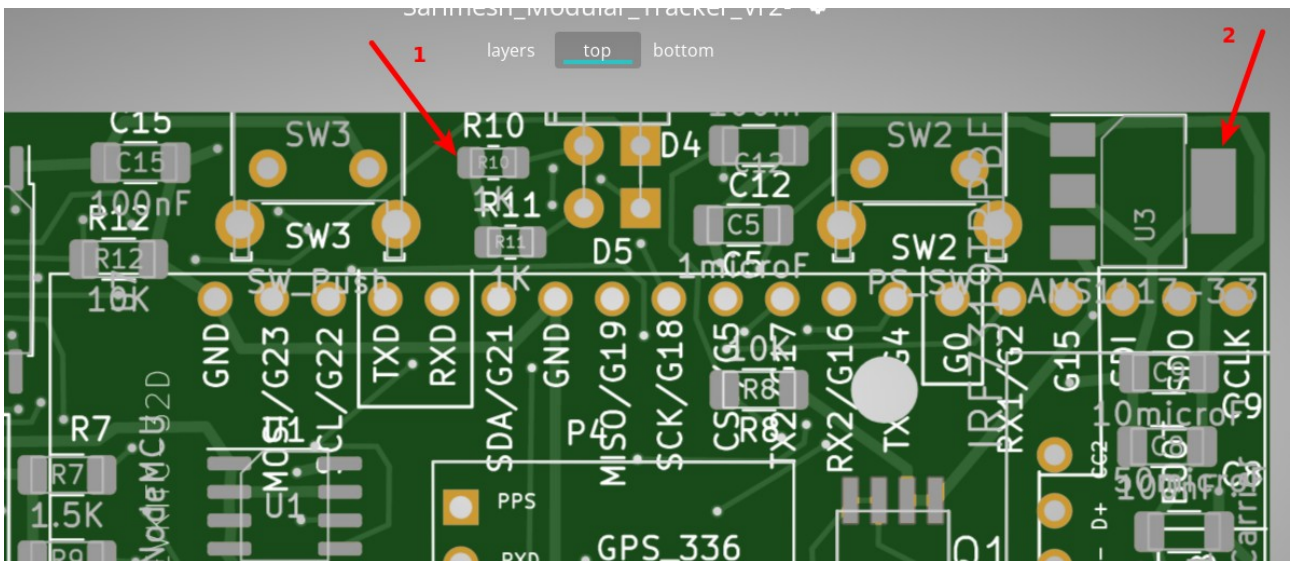


Figure 7 Dettaglio della correzione necessaria su questo PCB

Per il montaggio di tutti gli altri moduli zoccolati 2.54 mm si suggerisce di usare delle strisce femmina ; ovviamente è anche possibile saldare direttamente i moduli sul PCB facendo attenzione a che non si creino corti con eventuali componenti sottostanti l'impronta del modulo.

Il montaggio dell'adattatore per la connessione di alimentazione USB-C prevede il montaggio sul lato inferiore dello stampato rispettando etichette presenti sul modulo e sul PCB, ed utilizzando dei pin passanti per la connessione del modulino USB-C al PCB.

Analogamente il modulo GPS per contenere le dimensioni dell'assemblato va montato direttamente sullo stampato tramite dei pin evitando l'uso delle file di contatti usate per gli altri zoccola-

ti. Si raccomanda di fare attenzione nel montaggio frapponendo tra modulino e stampato un sottile strato di plastica isolante; analoga accortezza si raccomanda per il montaggio del modulino USB-C.

2.3 mini PCB per l'adattamento dei moduli LoRa

Si tratta di una mini carta figlia pensata per poter agevolmente montare ed intercambiare diversi tipi di moduli LoRa sui PCB relativi al progetto a scopo di sperimentazione e confronto tra diverse situazioni di utilizzo di dispositivi LoRa.

Nel tempo sono state sviluppate diverse versioni di questo adattatore; quello attualmente consigliato è documentato di seguito

E' possibile scaricare la documentazione disponibile dai seguenti links:

- schema elettrico: [E28-2G4M27S_SRM_adapter.pdf](#)
- documentazione GERBER: [E28-2G4M27S_SRM_PCS1.zip](#)
- BOM (Bill of materials): -----

La figura 8 riporta la foto del lato superiore della carta figlia; come si potrà notare sul PCB sono presenti varie impronte per montare diversi tipi di moduli come si può evincere dallo schema elettrico. Ovviamente va montato un unico modulo per volta; volendo usare più moduli si ha bisogno di una carta figlia per ogni singolo modulo

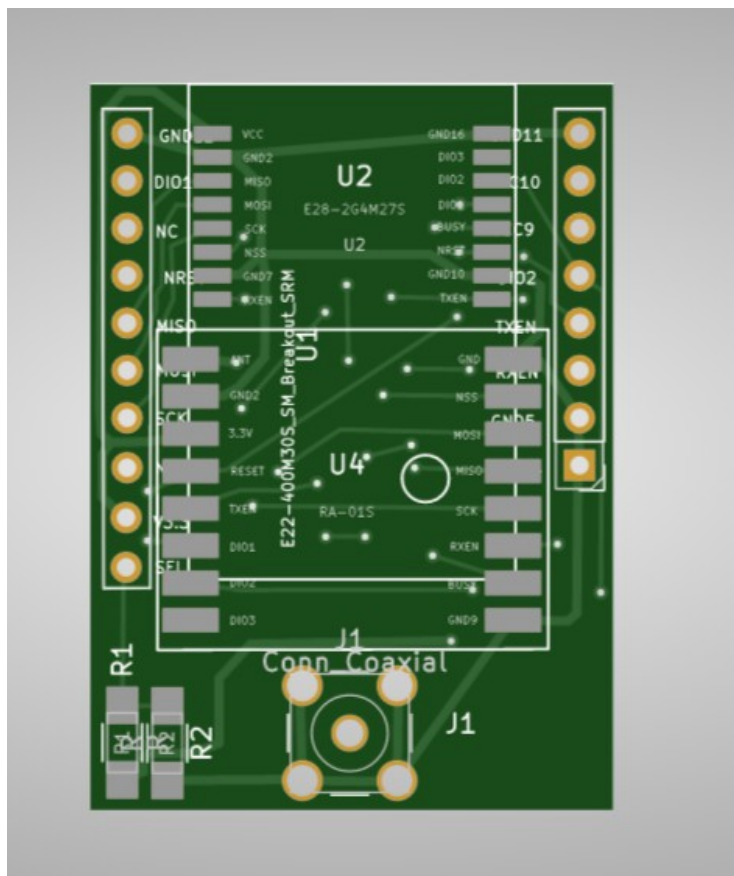


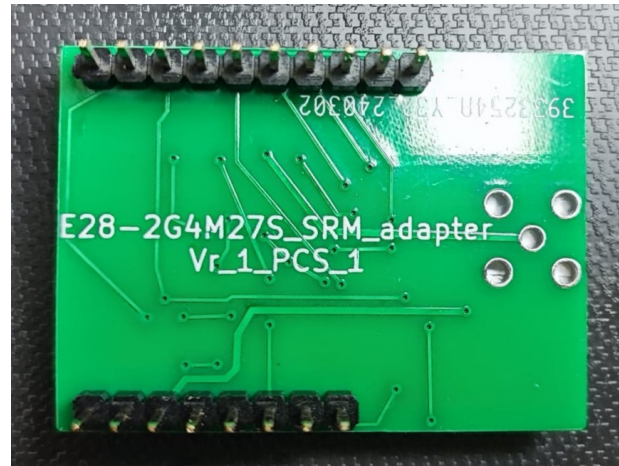
Figure 8 Carta figlia di adattamento per moduli LoRa

La piedinatura di questo PCB è stata definita in modo tale da adattarsi perfettamente alla piedinatura dei moduli LoRa eByte da 1 watt di potenza; quindi tali moduli andranno montati direttamente sul PCB dopo aver sistemato due file di pin rispettivamente di 8 e 10 pins.

La figura 9 illustra un esempio di montaggio; si raccomanda di interporre un sottile strato di plastica tra il modulo LoRa e il sottostante PCB ad ogni buon conto.

Le resistenze R1 ed R2 ad oggi non vanno montate.

Le figure esemplificano il montaggio del modulo eByte E22-400M30S.



3 Strategia di test e caricamento iniziale del SW

Per ogni PCB una volta effettuato il montaggio dei vari componenti si consiglia di effettuare un test secondo la strategia che di seguito illustriamo brevemente: si sconsiglia vivamente di montare tutti i moduli simultaneamente e aspettarsi che magicamente il tutto produca spots su aprs.fi: sembra banale ma è la principale fonte di delusione per chi si avvicina a questo tipo di realizzazioni.



La prima raccomandazione è ovviamente quella di dare uno sguardo allo schema elettrico per cercare di familiarizzare con i componenti presenti e per riuscire a mappare i componenti presenti sullo schema, con il loro posizionamento sul PCB: in questa fase ci si potrà aiutare con l'analisi delle figure presentate nella sezione precedente e con la navigazione nei files gerber tramite il relativo tool online di ispezione.

La strategia di test consigliata è quella di montare ovviamente tutti i componenti necessari per la versione che si intende realizzare sui PCB, incluso le file di contatti per l'inserzione dei moduli dotati di piedinatura.

Il primo step sarà quello di testare le alimentazioni: **SENZA** inserire alcun modulo aggiuntivo, collegare una fonte di alimentazione USB-C e con un tester misurare le tensioni presenti sui punti che dallo schema elettrico risultano presenti nella sottosezione di alimentazione come punti di test; utilizzare un cavo usb di buona qualità e di lunghezza limitata ed un alimentatore USB di buona potenza, tipo quelli ora disponibili per l'alimentazione di smart-phones di recente produzione.

Su tutti i PCB le tensioni di alimentazioni sono sempre 5volt o 3.3 volt.

Una volta verificata la parte di alimentazione è possibile passare al test del processore che in genere è un ESP32.

Inserire il solo processore sul suo zocchetto e collegare un cavetto USB tra la sua interfaccia di test ed un PC dotato di sistema operativo Linux o Windows (si suggerisce di usare una macchina a 64 bit e con sistema operativo windows 10 o linux).

La prima cosa che si rende necessario fare è caricare un SW almeno minimale sul processore; nel caso del SW Sarimesh non è necessario installare sul PC alcun sistema di sviluppo SW; ovviamente se si desidera apportare delle modifiche al SW sarà necessario installare preventivamente l'ambiente di sviluppo SW che nel nostro caso dovrà essere l'ambiente PlatformIO.

Per tale operazione è possibile fare riferimento per es. al seguente articolo: <https://www.sarimesh.net/2023/10/31/sperimentazione-lora-familiarizziamo-con-la-nuova-release-sw-5-x/>

La fase di caricamento del SW normalmente può procedere anche se ci sono eventuali errori sul circuito esterno al processore nella maggioranza dei casi.

Una volta effettuato il caricamento del SW (ed eventualmente del relativo FileSystem per quei SW che lo richiedono) è possibile procedere ad una prima verifica della funzionalità del circuito PCB appena montato. Nel seguito si farà riferimento al SW Sarimesh vr. 5.3.3 che è la versione più recente del nostro SW.

Il maggior aiuto in fase di debug viene dalle diagnostiche che escono sulla seriale su USB con cui il processore ESP32 viene collegato al PC; per visualizzare il traffico sulla seriale è possibile utilizzare un qualsiasi emulatore di terminale seriale oppure se si è installato l'ambiente di sviluppo PlatformIO, la funzione relativa del tool; i parametri da usare sono 115200 bps , 8bit, no parità.

Una volta verificato che si è in grado di vedere le diagnostiche del processore ESP32 è possibile installare sui PCB i vari moduli aggiuntivi; ovviamente per inserire i moduli è necessario togliere le alimentazioni al PCB sia dal connettore USB-C di alimentazione del PCB, che scollegando la seriale USB di test.

Si consiglia di installare i moduli iniziando dal display per finire con i moduli LoRa. Fare molta attenzione al verso di inserimento dei vari moduli e alla coincidenza delle etichette presenti sui piedini dei moduli con le corrispondenti etichette presenti sulle serigrafie dei PCB: alcuni moduli , in genere comprati su Aliexpress, possono avere una pinnatura diversa da quella assunta negli schematici e quindi nei PCB; un caso frequente è quello per es. dei display OLED a 5 pin, che esistono in due varianti con i pin di alimentazione scambiati. Prestare anche attenzione al pinout del processore ESP32-S3 previsto per il PCB Maxi in quanto esistono sempre su Aliexpress due diversi moduli apparentemente identici ma che differiscono per la larghezza del modulo (in un caso di 1,0 ” e nell'altro di 1,1”).

Osservando attentamente le diagnostiche che si succedono sulla uscita seriale è possibile abbastanza agevolmente seguire lo startup delle varie funzioni SW del dispositivo e nel contempo osservando il display locale avere conferma o meno del corretto funzionamento delle funzioni stesse.

Se tutto funziona correttamente il dispositivo arriverà ad una situazione “stabile” che consentirà di effettuare le operazioni di configurazione iniziale del dispositivo: si può far riferimento per questa fase all'articolo precedentemente indicato ed al seguente addon relativo alla fase di “Quick Setup” che setta automaticamente la modalità di lavoro del dispositivo sulla base di pochissimi parametri di personalizzazione: <https://www.sarimesh.net/2024/07/02/sperimentazione-lora-una-nuova-feature-da-lungo-attesa-il-quick-setup/>

Qualora invece ci siano dei problemi in fase di startup sarà necessario caso per caso cercare di individuare la causa del non corretto funzionamento aiutandosi con le diagnostiche che si presentano sul display locale e soprattutto sulla seriale del processore.

4 Affinamento della configurazione SW

Una volta completato il “Quick Setup” il dispositivo sarà quasi pronto per essere utilizzato; a seconda della macrofunzionalità impostata in fase di Quick Setup sarà possibile utilizzare direttamente il dispositivo se si è scelta la modalità di funzionamento di tipo “Tracker”, mentre se si è scelta la funzionalità “iGate” o altra funzionalità che richiede la connessione ad internet, sarà necessario effettuare il setup della interfaccia di rete internet utilizzando il menu “Expert Setup” e poi “Network Configuration” in modo da impostare la rete wifi e/o l’indirizzo di rete da utilizzare per connettersi ad internet.

Volendo ulteriormente personalizzare il SW è possibile farlo tramite l’interfaccia grafica, avendo l’accortezza alla fine della fase di configurazione di effettuare una operazione di “Commit” e poi reboot del dispositivo come descritto negli articoli precedentemente citati.

Durante il normale funzionamento di un dispositivo è possibile attivare delle funzioni di debug su base area funzionale allo scopo di diagnosticare eventuali anomalie di funzionamento o per approfondire eventualmente la conoscenza dei dettagli del funzionamento del HW e del SW.

Una particolare attenzione va rivolta al setup iniziale del modulo GPS che si è installato: normalmente non è richiesta nessuna particolare inzializzazione, salvo casi particolari o situazioni chiaramente anomale: qualora sia necessario è possibile accedere direttamente al modulo GPS sfruttando una particolare modalità di funzionamento dei PCB che montano il SW Sarimesh vr. 5.3.3 o successivi, definta “GPS Test Mode” che in pratica consente di accedere tramite la connessione seriale su USB del processore ESP32 al modulo GPS installato.

Attivando questa modalità operativa è possibile collegare il dispositivo ad uno dei tanti SW previsti per la gestione dettagliata del tipo di modulo GPS installato e tipicamente reperibile su internet; tali SW in genere consentono di effettuare tutta una serie di operazioni tra cui il reset del modulo GPS o un setup dettagliato e specifico dello stesso, nonchè mostrare tutti i classici dati relativi al funzionamento di un GPS (ad. es. costellazioni, livelli dei vari satelliti, etc.)

Per uscire dalla modalità di “GPS Testing Mode” è sufficiente effettuare il reboot del dispositivo.

5 Appendice 1 : possibili link di acquisto

Nella scelta dei componenti e moduli per la creazione dei vari possibili equipaggiamenti per i PCB si è seguita la logica di cercare di usare sempre gli stessi componenti per le stesse funzioni nei vari PCB; ne deriva che per popolare un certo PCB in una certa configurazione l'utente dovrà avere la pazienza di scegliere in maniera appropriata i moduli da procurare.

Per semplificare tale compito e a solo scopo esemplificativo di seguito si riportano una serie di link di acquisto che sono stati utilizzati dallo scrivente nel recente passato; ovviamente l'utente potrà fare scelte diverse ... si raccomanda la massima attenzione nella scelta di alternative in quanto spesso su Aliexpress si trovano moduli apparentemente identici a costi molto diversi e questo spesso nasconde delle differenze non evidenti ad una lettura disattenta delle caratteristiche del modulo.

<https://it.aliexpress.com/item/1005006661654117.html> ESP32-WROOM-32D
<https://it.aliexpress.com/item/1005006428042360.html> ESP32-S3-DevKitC-1 N16R8
<https://it.aliexpress.com/item/1005005122053693.html> adattatore USB-C da PCB
<https://it.aliexpress.com/item/32639731302.html> I2C 0.96" OLED display
<https://it.aliexpress.com/item/32983040121.html> SPI IPS Display 1.14" 135x240 LCD Module
<https://it.aliexpress.com/item/1005004472449048.html> modulo LoRa eByte E22-400M30S 1 Watt
<https://it.aliexpress.com/item/1005007202631848.html> modulo LoRa eByte E22-400M33S 2 Watt
<https://it.aliexpress.com/item/1005002748118552.html> RA-01S Lora module ipex connector soldered (fare attenzione a che sia saldato il connettore ipex sul modulo)
<https://it.aliexpress.com/item/1005005970553639.html> T-Display
<https://it.aliexpress.com/item/1005007349014252.html> GPS ATGM336H con antenna relativa
<https://it.aliexpress.com/item/1005007221165762.html> SPS30 sensor
<https://it.aliexpress.com/item/4001113450307.html> BME680 sensor
<https://it.aliexpress.com/item/32849625854.html> T-Display heat dissipator
<https://it.aliexpress.com/item/1005003337160679.html> 3mm led assortment
<https://it.aliexpress.com/item/1005003826542975.html> antenna power splitter
<https://it.aliexpress.com/item/1005002450883065.html> SMA PCB antenna connector
<https://it.aliexpress.com/item/32598945210.html> Ethernet module
<https://it.aliexpress.com/item/1005002450883065.html> SMA connector
<https://it.aliexpress.com/item/32740652543.html> Buzzer KY-012 attivo
<https://it.aliexpress.com/item/32912894177.html> tastino 6x6x12 mm verticale
<https://it.aliexpress.com/item/1005005973972157.html> modulo DS3231 RTC
<https://it.aliexpress.com/item/32909354468.html> ipex-SMA pigtail fare attenzione a scegliere il connettore giusto
<https://it.aliexpress.com/item/1005005879068457.html> connettori da PCB JST XH 2 e 3 pins
<https://it.aliexpress.com/item/32897706396.html> strips pin spaziatura 2.54 mm maschi
<https://it.aliexpress.com/item/32899635835.html> strips 2.54 mm high 7.1 mm female
<https://it.aliexpress.com/item/1005004359055976.html> strips passo 2.54 femmina 90°
<https://it.aliexpress.com/item/1005006325658996.html> adattatore memorie flash
<https://it.aliexpress.com/item/1005004878124459.html> ventola 5V 50 mm
<https://it.aliexpress.com/item/1005005077817750.html> adattatore PoE con uscita 5 V connettore USB- Type C

<https://it.aliexpress.com/item/1005006097724863.html> UPS 15 Watt uscita 5V ingresso USB-C
<https://it.aliexpress.com/item/1005006556927592.html> batteria LiPo con connettore XH (fare attenzione alle polarità del connettore)
<https://it.aliexpress.com/item/1005006482366225.html> cavetti con connettori XH preassemblati

<https://it.aliexpress.com/item/1005006735654797.html> IRF7319 power switch
<https://it.aliexpress.com/item/1005006938635357.html> FRAM FM24W256-W
<https://it.aliexpress.com/item/1005005108174671.html> PCF8574 IO expander

6 Appendice 2 : Foto e dettagli

A seguire vengono presentate alcune foto dei dispositivi per evidenziare ulteriori dettagli dei PCB presentati e del montaggio.



Figure 12 : Montaggio UPS + Batteria LiPo + Raspberry nel coperchio di un contenitore JE-200

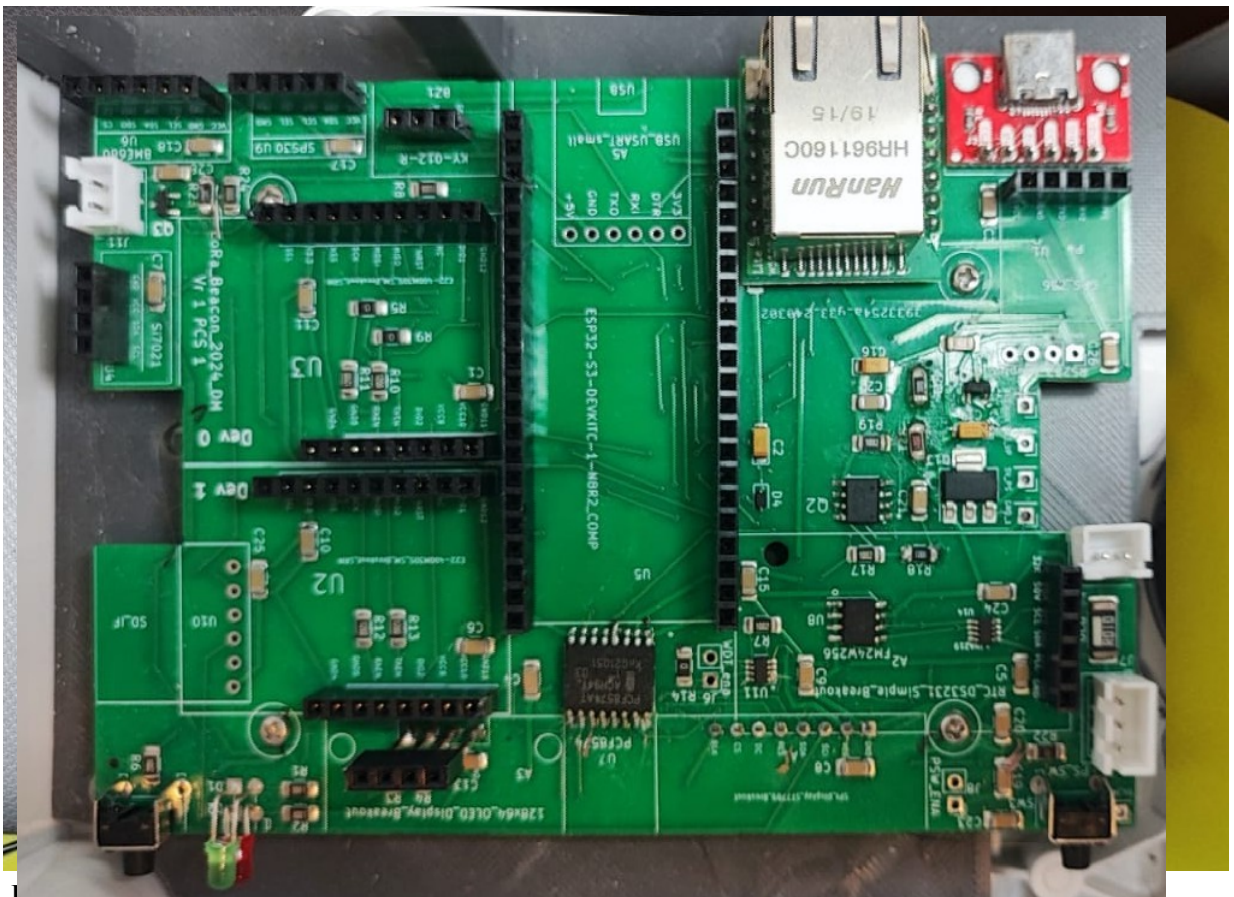


Figure 11 : PCB Maxi a montaggio ultimato senza moduli ad innesto.

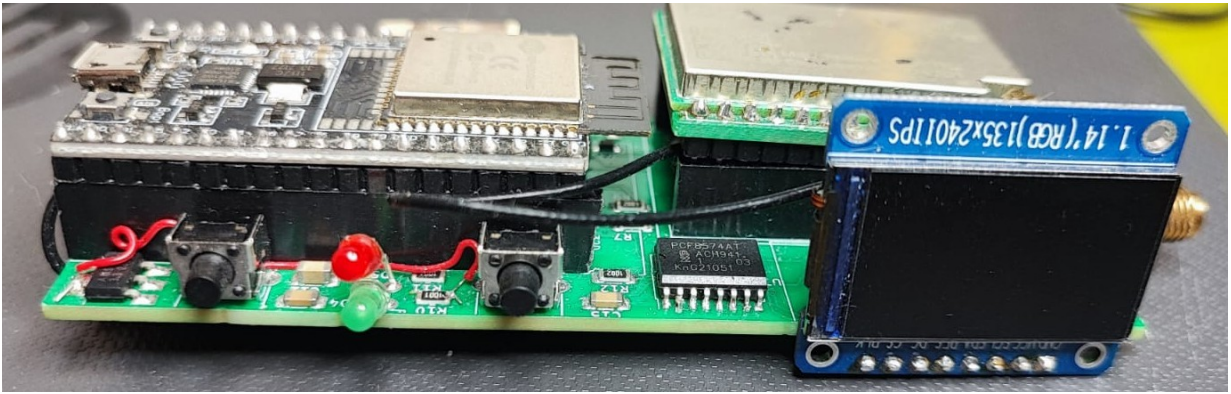


Figure 15 : PCB Mini vista frontale



Figure 14 : PCB Mini vista superiore

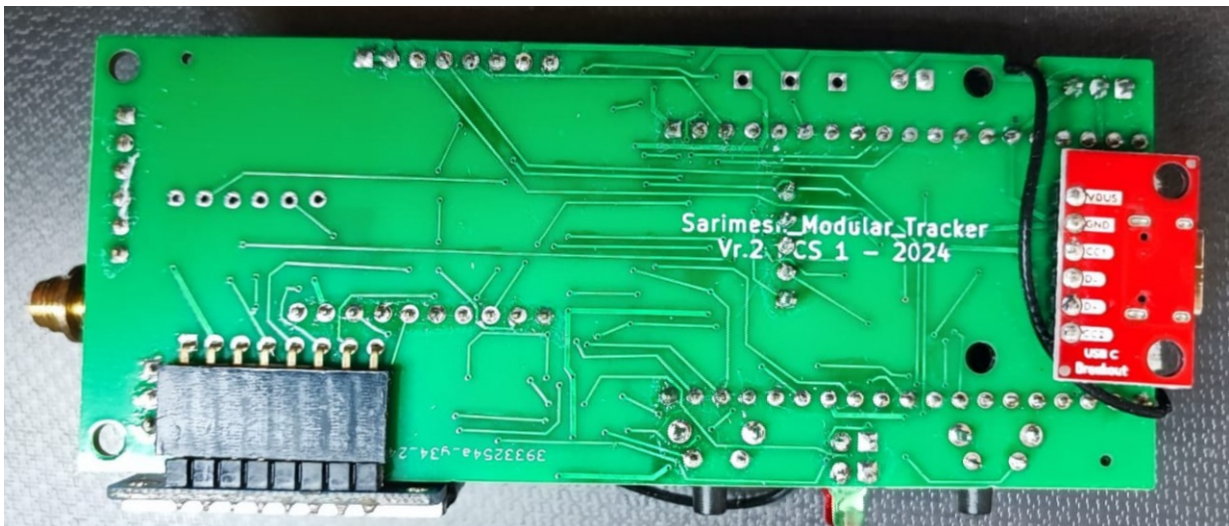


Figure 13: PCB Mini vista inferiore

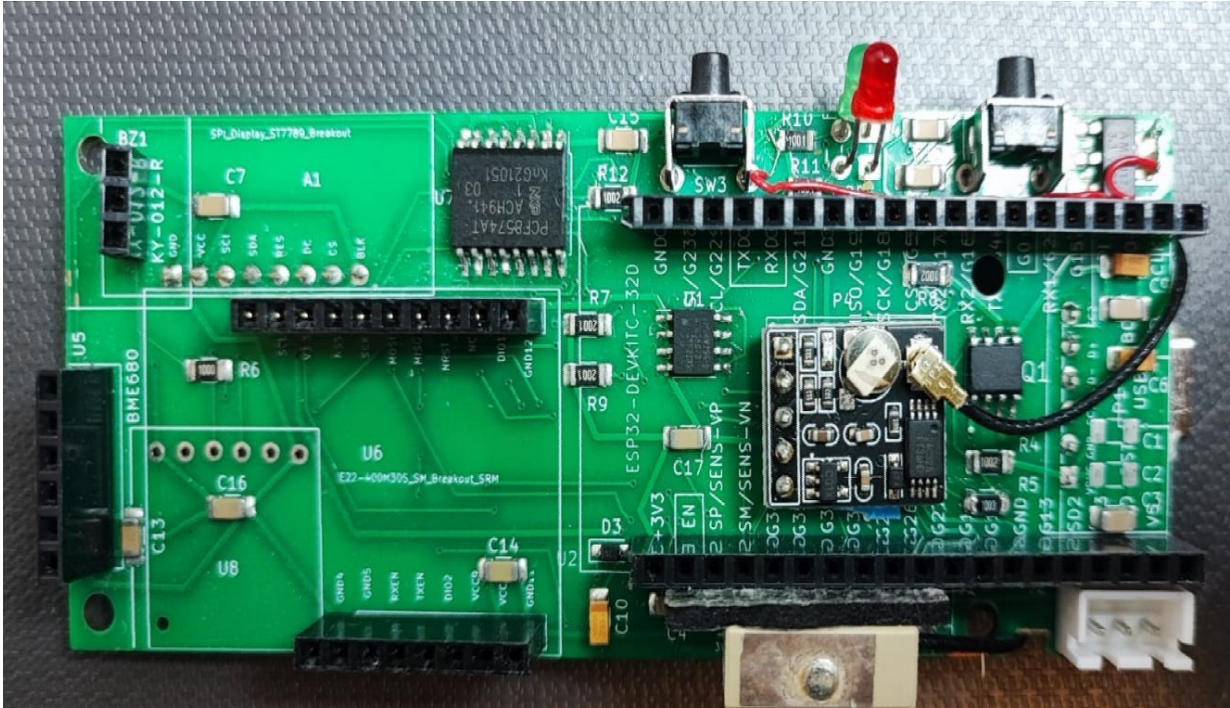


Figure 16 : PCB Mini senza moduli ad innesto a montaggio ultimato.

7 Appendice 3 : Testing modulo GPS

Come indicato nei paragrafi precedenti il SW Sarimesh vr. 5.3.3 consente di effettuare trasparentemente un test e una gestione completa del modulo GPS installato sul PCB sfruttando la connessione seriale su USB di cui il processore ESP32 è dotato.

Allo scopo è necessario procurarsi innanzitutto il pacchetto SW di supporto del chipset GPS di cui il modulo GPS è dotato: nel caso dei PCB Sarimesh tale chipset è il ATGM336H ; per questo chipset è possibile scaricare questo tool direttamente dal seguente URL: [GnssToolKit3.0.84.zip](#)

Purtroppo questo SW gira solo su piattaforma windows, per cui nel caso non si disponga di un PC con un tale SO è necessario trovare una soluzione che consenta per es. di far girare questo tool utilizzando una macchina virtuale con windows 10 sopra. Nel caso di linux è agevole realizzare questo setup utilizzando per es. virtualBox per creare la macchina virtuale necessaria.

Una volta recuperata la macchina windows 10 (reale o virtuale) scaricare il pacchetto SW prima recuperato e installare il tool.

Operation and Debug Functions

Debug Mode

- gps_debug:
- LoRa_debug:
- APRS_debug:
- LM_debug:
- sensors_debug:
- RTC_debug:
- ezTime_debug:
- pps_debug:
- PE_debug:
- WebConfig_debug:
- Enable_CRC_errored_display:
- act_flag:

Operation Mode

- Admin_Mode:
- Sync Beacon_Mode:
- GPS_Test_Mode:
- iGate_Mode:
- TCP_KISS_Mode:
- Serial_KISS_Mode:
- Tracker_Mode:
- standalone:
- mqtt_ctrl_enable:
- syslog_enable:
- IoT_enable:
- sensors_enable:
- wx_rep_enable:
- buzzer_op_enable:
- fun_enable:
- display_enable:
- LM_enable:
- no_gps:

Maintenance

- Load_Default_Conf:
- Commit Configuration:
- Reboot_Now:

SAVE

Quindi collegare il PCB tramite l'interfaccia di debug del processore ad una porta del PC e accedendo alla GUI del dispositivo nella sezione OPERATION CONFIGURATION , selezionare la voce GPS_Test_Mode e quindi Save.

Assicurarsi che la seriale non sia in uso da altre applicazioni (ad esempio PlatformIO,emulatore seriale, etc) e accedere al tool di analisi GPS sininstallato, settando come porta quella riconosciuta automaticamente (in genere) con parametri 115200 bps, 8 bit, no parity... si dovrebbero vedere immediatamente le stringhe NEMEA emesse dal GPS nella finestra di debug del tool GPS.

La figura 18 è un esempio di schermata di questo tool.

Figure 17 attivazione GPS_Test_Mode

Il SW GPS in questione consente di effettuare tutte le operazioni consentite dal chiset equipaggiato sul modulo GPS, come per es. settare i numerosi aspetti funzionali che il GPS contiene.

L'utilizzo ovviamente richiede un poco di approfondimento del funzionamento del sistema GPS, ma consente di risolvere eventualmente problemi altrimenti inspiegabili .

Per HW diversi da quello Sarimesh esistono tools similari disponibili in genere su internet e che possono essere utilizzati in modo analogo.

Nella figura seguente si riporta come esempio lo stesso tipo di risultato ottenuto su un TTGO vr. 1.1. che è quipaggiato con un chiset Neo6 il cui SW di gestione è scaricabile dal sito u-Blox .