
Guida per la Scuola: Costruiamo una Stazione ricevente i segnali spaziali!

Benvenuti scienziati dello spazio!

In questa guida impareremo a costruire una vera **stazione di terra (Ground Station)** per ascoltare i messaggi inviati dai minuscoli satelliti che ruotano intorno alla Terra (CUBESAT). Useremo un piccolissimo computer e un ricevitore radio speciale basato sul progetto open-source <https://github.com/McOrts/taller-lora-sat-groundstation>.

1. Gli Ingredienti del Progetto (I Componenti)

Per iniziare la nostra avventura, abbiamo bisogno di pochi ma potentissimi componenti elettronici:

- **Il Cervello: Raspberry Pi 3 o superiore**
Un vero computer grande come una carta di credito. Consuma pochissima energia e rimarrà sempre acceso a gestire la stazione.
- **La Memoria: MicroSD 4 GB**
La scatola dei ricordi del nostro Raspberry Pi. Contiene il sistema operativo e i programmi per far funzionare tutto.
- **L'Orecchio Spaziale: ricevitore radio LilyGO T3 (Versione 1.6.1) 430Mhz**
Una scheda radio speciale con un piccolo schermo integrato. Sarà lei a captare i segnali radio LoRa provenienti dallo spazio e a tradurli in dati digitali.
- **Alimentazione**
Un cavo Micro-USB per collegare la LilyGO al Raspberry Pi e un alimentatore adeguato a 5V per dare energia alla nostra stazione.
- **Cavo, connettori e antenna specifica** (verticale 430Mhz tipo X30 o simili) per ricevere i segnali a 430Mhz con un cavo antenna (coassiale) adatto per arrivare fino al ricevitore.

IMPORTANTE: l'antenna dovrà essere posizionata all'esterno della classe, su un paletto, in una posizione più alta e libera possibile dagli ostacoli per poter ricevere i satelliti dal "sorgere al tramonto".

2. Preparazione del Cervello (Configurazione Raspberry Pi 3)

Nella memoria MicroSD da **4 GB**, installeremo una versione di sistema operativo "leggera", senza la grafica a finestre. Useremo **Raspberry Pi OS Lite**. Procura e inserisci la scheda microSD in un adattatore USB/microSD.

I Passaggi:

1. **Scarica il programma:** Sul computer della scuola, scarica e installa <https://www.raspberrypi.com/software/>
2. **Scegli il sistema:** Inserisci la MicroSD nel computer. Apri il programma e seleziona **Raspberry Pi OS (Other) -> Raspberry Pi OS Lite**.
3. **Impostazioni segrete:** Prima di fare clic su "Scrivi", premi la combinazione di tasti CTRL + SHIFT + X (oppure l'icona dell'ingranaggio) per aprire le impostazioni avanzate:
 - Attiva l'interfaccia **SSH** (ci servirà per comandare il Raspberry a distanza).
 - Imposta un nome utente (es. pi) e una password facile da ricordare per la classe.
 - Inserisci il nome e la password della rete **Wi-Fi della scuola**.
4. **Scrittura:** Fai clic su **Scrivi** e attendi la fine del processo compresa la verifica finale. Inserisci la scheda nel Raspberry Pi e accendilo! Se ti chiede un aggiornamento conferma e lascialo fare...

3. Registrazione nello Spazio (Iscrizione a TinyGS)

Per far sapere al mondo che la nostra scuola è attiva, dobbiamo connetterci alla rete globale di <https://tinygs.com/>

1. **Il Canale Telegram:** Chiedi al professore di aprire l'applicazione Telegram e cercare il robot automatico @tinygs_bot.
2. **Genera la Stazione:** Invia il comando /newstation. Il robot ti farà alcune domande, come la posizione della scuola (Coordinate GPS).
3. **Conserva le Chiavi:** Il robot ti restituirà dei codici personali (un indirizzo **MQTT**, un **Server**, una **Username** e una **Password**). *Scrivili sulla lavagna, ci serviranno subito!*

Configurazione della scheda LilyGO T3

1. Collega il ricevitore LilyGO T3 al computer della scuola tramite il cavo USB.
2. Visita il sito di installazione rapida TinyGS Web Flasher (sezione firmware) per caricare il software sulla scheda con un solo clic.
3. Seleziona il modello della tua scheda (**LILYGO T3 V1.6.1**).
4. Quando la scheda si riavvia, genera una sua rete Wi-Fi temporanea. Connettiti con il telefono o con il PC, inserisci i dati del Wi-Fi della scuola e incolla i codici ricevuti dal robot di Telegram.
5. **Fatto!** Ora scollega la LilyGO dal PC della scuola e **collegala a una delle porte USB del tuo Raspberry Pi 3**.

4. Il Vigile Urbano dei Dati (Configurazione del Server MQTT)

Quando la LilyGO riceve un messaggio da un satellite, ha bisogno di spedirlo al Raspberry Pi. Per fare questo usiamo un sistema di messaggistica chiamato **MQTT** (Message Queuing Telemetry Transport): è un protocollo di messaggistica leggero basato sul modello publish/subscribe). Funziona come un vigile urbano: decide chi parla e chi ascolta.

Sul Raspberry Pi useremo un software leggero chiamato **Mosquitto**. Per installarlo, apri il terminale dei comandi del pc (sul pc tasto destro su Start – cerca – digita cmd - premi invio) poi sul prompt scrivi:

`ssh pi@INDIRIZZO IP` premi invio e scrivi la PSW richiesta (che rimane nascosta mentre scrivi) e premi nuovamente invio.

A questo punto sei dentro al raspberry e digita questo testo e poi premi invio:

```
sudo nano /etc/mosquitto/conf.d/local.conf
```

incollare all'interno queste due righe:

```
listener 1883
```

```
allow_anonymous true
```

Salvare premendo in sequenza CTRL+O – invio – CTRL+X

Infine scrivere questo comando e premere invio:

```
sudo systemctl restart mosquitto
```

Il server MQTT si avvierà da solo in automatico ed è pronto a ricevere i dati inviati dalla porta USB della LilyGO.

5. Il Pannello di Controllo Scientifico (Installazione di Node-RED)

Per vedere i dati dei satelliti graficamente (la frequenza di ricezione, la qualità del segnale, il numero dei satelliti ricevuti) useremo **Node-RED**. È un programma fantastico in cui si creano applicazioni unendo dei blocchi colorati con delle linee, proprio come i mattoncini.

Installazione su Raspberry Pi 3:

Installiamo Node-RED ottimizzando al massimo le risorse. Digita nel terminale:

```
bash <(curl -sL https://raw.githubusercontent.com/node-red/linux-installers/master/deb/update-nodejs-and-nodered) --confirm-install --confirm-pi
```

Seleziona "Sì" quando ti chiede se vuoi ottimizzare l'installazione per Raspberry Pi.

NOTA: il raspberry potrebbe impiegare anche diversi minuti per configurare il tutto.

Per fare in modo che Node-RED si accenda ogni volta che colleghi la spina del Raspberry, digita:

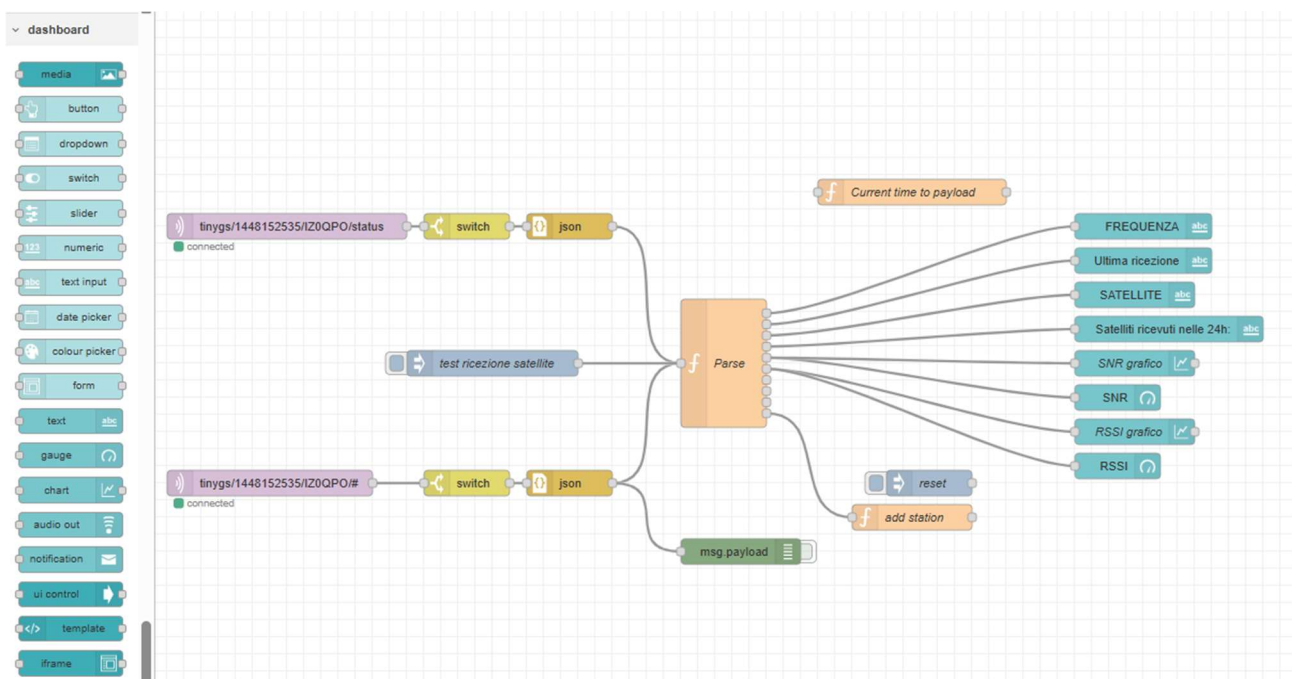
```
sudo systemctl enable nodered.service
```

```
sudo systemctl start nodered.service
```

Configurazione del flusso di dati:

1. Da un qualunque computer della scuola, apri il browser Internet e digita l'indirizzo del Raspberry (es: `http://indirizzo_ip_raspberry:1880`).
2. Ti troverai davanti a una lavagna vuota!
3. Tramite il pulsante con le 3 linee in alto a destra seleziona "menage palette" e installa/aggiorna le voci: node-red e nede-red-dashboard
4. Sempre tramite lo stesso pulsante (3 linee in alto a destra) seleziona "Import" e importa il file di configurazione che trovi nella cartella scaricata insieme a questo tutorial (IMPORTANTE: prima apri il file con il blocco note e sostituisci le righe in maiuscolo con i tuoi dati riservati dedicati al riconoscimento della tua stazione)
5. Fai clic sul tasto rosso in alto a destra **Deploy** (Pubblica), leggi e conferma la finestra successiva.

Dovresti vedere la seguente schermata sul desk di Node-red:



4. Il Viaggio del Dato: Come comunicano i nostri dispositivi?

Ora che abbiamo tutti i pezzi pronti, sorge una domanda spontanea: *come fanno i dati a passare dal satellite nello spazio fino allo schermo del nostro computer a scuola?*

Niente fili ingombranti! Utilizzeremo la rete **Wi-Fi della scuola** per far viaggiare le informazioni alla velocità della luce.

La Mappa del Viaggio (In 4 Passi)

[Satellite nello Spazio]

| (Onde Radio LoRa)



[LilyGO T3 (Antenna)]

| (Wi-Fi della Scuola)



[Server Globale TinyGS]

| (Internet / Protocollo MQTT)



[Raspberry Pi 3 (Node-RED)] —► [Monitor del PC della Classe]

1. **Il Lancio dallo Spazio:** Il satellite passa periodicamente sopra la nostra scuola e trasmette un messaggio radio usando la tecnologia **LoRa** (una radio speciale che consuma pochissimo e arriva lontanissimo).
2. **La Cattura:** La nostra scheda **LilyGO T3** cattura il segnale con la sua antenna.
3. **Il Volo nel Wi-Fi:** Invece di inviare i dati al Raspberry tramite un cavo, la LilyGO usa il **Wi-Fi della scuola** per spedire immediatamente il messaggio su Internet, dritta al server mondiale di TinyGS.
4. **Il Controllo dello Scienziato:** Il nostro **Raspberry Pi 3** è collegato alla stessa rete. Lui intercetta quel messaggio dal server di TinyGS usando il protocollo **MQTT** (il nostro "vigile urbano") e lo consegna a **Node-RED**, che lo trasforma in grafici colorati sul PC della classe!

🔧 **Nota per la classe:** Se colleghi la LilyGO T3 al Raspberry Pi con il cavo USB, ricordati che quel filo serve **solo a darle l'energia elettrica** (la corrente per tenerla accesa). I dati veri e propri viaggiano nell'aria! Puoi anche decidere di staccarla dal Raspberry e collegarla a un comune caricabatterie del telefono vicino alla finestra: funzionerà lo stesso!



6. Il Grande Lancio: Apriamo la Dashboard Spaziale!

Complimenti scienziati! Avete configurato il cervello del Raspberry Pi, attivato il vigile urbano MQTT e importato lo scheletro del software. Ora è il momento di vedere il nostro lavoro trasformarsi in una vera **stazione di controllo!**

Per fare in modo che tutta la classe possa vedere i grafici, le lancette e i dati dei satelliti in tempo reale, dobbiamo scoprire l'indirizzo Internet segreto del nostro Raspberry Pi.



Passo 1: Scopriamo l'Indirizzo IP del Raspberry

Ogni computer collegato alla rete della scuola ha un numero identificativo unico, chiamato **Indirizzo IP**. Ci serve per connetterci da qualsiasi PC della classe.

1. Andate sul terminale dei comandi del Raspberry Pi (inserire le credenziali se siete usciti la volta precedente).
2. Digitate questo comando super corto e premete **Invio**:

`hostname -I`
3. Sullo schermo comparirà una serie di numeri separati da punti (ad esempio: 192.168.1.45). Se appaiono più righe di numeri, prendere la prima riga: **Quello è l'indirizzo IP del vostro computer spaziale!** Scrivetelo subito sulla lavagna.

Passo 2: Colleghiamo i PC della Classe

Ora potete spostarvi su qualsiasi computer della scuola (o usare la LIM della classe) purché sia connesso alla stessa rete.

1. Aprite il vostro browser Internet preferito (come Google Chrome, Edge o Firefox).
2. Per entrare nel **Pannello dei Blocchi (Editor di Node-RED)**, digitate l'indirizzo IP seguito da :1880.
 - *Esempio:* `http://192.168.1.45:1880`
 - Qui è dove potete modificare i nodi MQTT con le chiavi della scuola e premere il tasto rosso **Deploy**.

Passo 3: Attiviamo la Dashboard Grafica (Il Centro di Controllo!)

Questa è la parte più spettacolare. Per vedere lo schermo trasformarsi in un monitor scientifico pieno di grafici colorati, indicatori e lancette, basta aggiungere **/ui** alla fine del link precedente!

Digitare nella barra degli indirizzi del browser:

`http://{IL_VOSTRO_INDIRIZZO_IP}:1880/ui`

(Ad esempio: `http://192.168.1:1880/ui`)

Cosa stiamo vedendo sullo schermo?

- **SATELLITE:** Vi mostra il nome esatto del veicolo spaziale che sta passando sopra le nostre teste in questo momento.
- **FREQUENZA:** Indica la frequenza radio espressa in MHz su cui sta trasmettendo il satellite.
- **Indicatore SNR (dB):** Misura la pulizia del segnale radio rispetto al rumore dello spazio. Più la lancetta si avvicina a +10, più il messaggio è limpido!
- **Indicatore RSSI (dBm):** È la potenza pura del segnale ricevuto dalla nostra antenna e ricevitore LilyGO. Ci dice quanto forte riusciamo a "sentire" il satellite dallo spazio.
- **Satelliti Ricevuti nelle 24h:** Un contatore automatico che tiene traccia di quanti esploratori spaziali unici la nostra scuola è riuscita a intercettare nell'ultimo giorno!

La ground station della scuola è ufficialmente attiva e in ascolto del cosmo. Ogni volta che un satellite passa sopra la nostra scuola, vedrai comparire sullo schermo (URL del raspberry) le stringhe di dati di ricezione in tempo reale! 

Buon tracciamento spaziale a tutti! 

Ricevitore LILYGO mod. T3 V1.6.1 - antenna X50

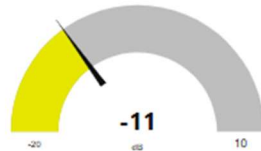
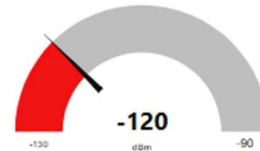
Ultima ricezione Sat, 03 Oct 2026 08:36:48 GMT

SATELLITE
CSTP-1.1

FREQUENZA
436.07 MHz

SNR

RSSI



Satelliti ricevuti nelle 24h: ☒ OK (Integro)

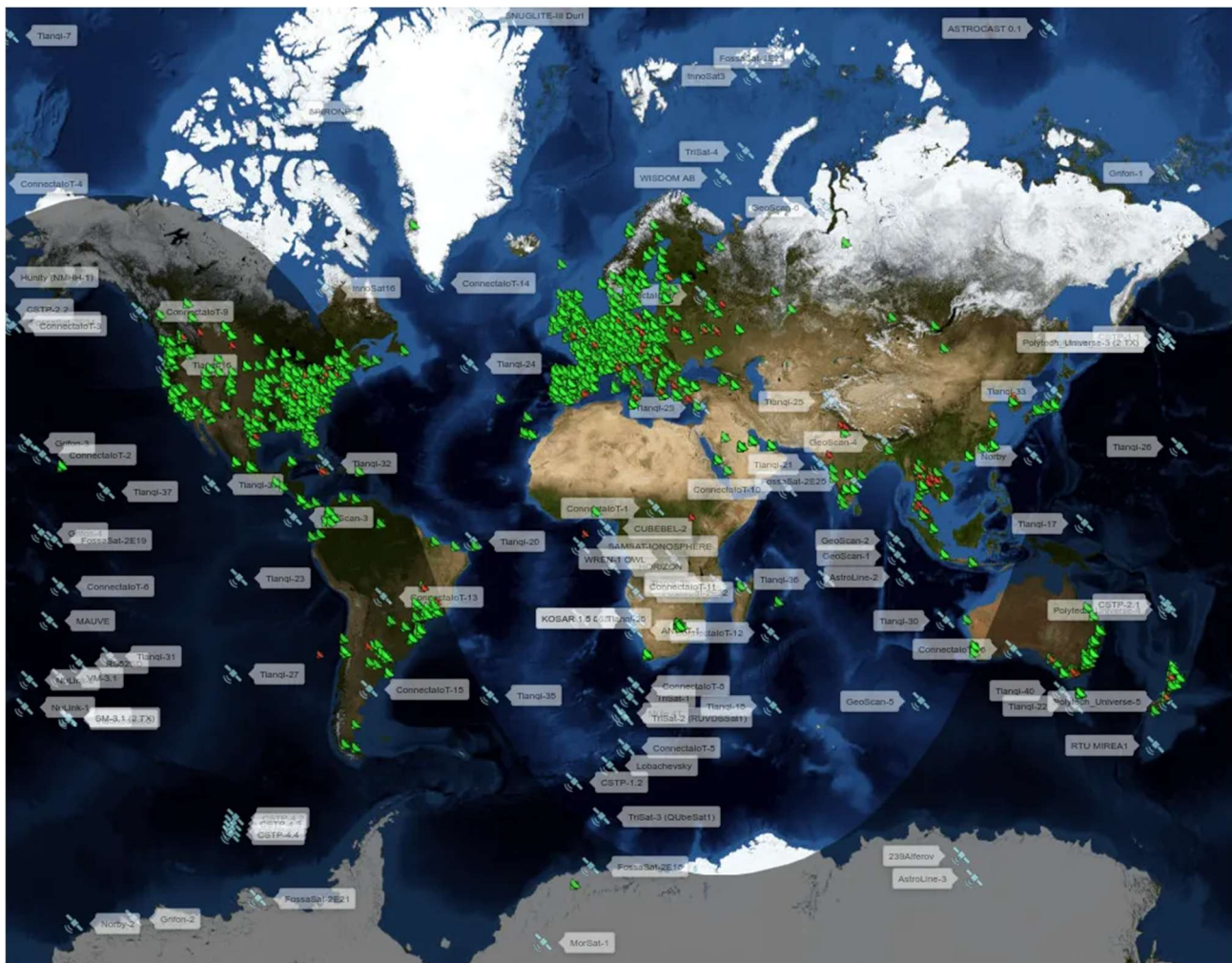
Storico RSSI



Storico SNR



Se vuoi invece leggere i dati completi inviati dal tuo ricevitore e raffigurati nella App <https://app.tinygs.com/>, inserisci le credenziali di accesso e cerca la tua stazione tramite la funzione "cerca", in alto a sinistra. Nella mappa interattiva centrale farà una gran figura la tua stazione installata a scuola nella posizione esatta delle coordinate che hai inserito precedentemente.



Se vuoi visualizzare il ricevitore on line della **Sezione A.R.I. Alto Lazio** che hai visto al Maker Faire Rome puoi andare qui <https://sezione.ariatolazio.it/tinygs>

Se hai bisogno di altre info guarda eventualmente i seguenti link/tutorial:

- [1] <https://github.com/McOrts/taller-lora-sat-groundstation>
- [2] <https://www.youtube.com/watch?v=Z83ihDBL1M8&t=10s>
- [3] <https://wiki.lilygo.cc>