

Onde radio e polli fritti

Relatore: Davide Isoardi

Linux Day 26 Ottobre 2024



Indice dei Contenuti

Premesse

IoT e Onde Radio

Protocolli di interoperabilità

Thread e Matter

Deadmatch



Overview su Home Assistant

- ▶ Piattaforma open-source per l'automazione domestica.
- ▶ Supporta numerosi protocolli e dispositivi IoT.
- ▶ Sviluppata per integrare vari sistemi in una piattaforma unica.
- ▶ Fa parte della Open Home Foundation, un'organizzazione non profit che supporta lo sviluppo di tecnologie open-source per l'automazione domestica.
- ▶ ... anche ESPHome ne fa parte



Stack ISO/OSI

- ▶ Modello di riferimento per la comunicazione in rete.
- ▶ Suddiviso in 7 livelli, ognuno con funzioni specifiche.
- ▶ Garantisce interoperabilità tra sistemi di produttori diversi.



Onde Radio

Le onde radio sono una forma di radiazione elettromagnetica che viaggia alla velocità della luce $c \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

La relazione tra velocità v , frequenza f , e lunghezza d'onda λ è espressa dalla formula:

$$v = \lambda f$$

La velocità in generale è definita come $v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$.
Per le onde, $\Delta S = \lambda$ e $\Delta t = T$ ed è il periodo:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

Sapendo che $f = \frac{1}{T}$, otteniamo:

$$v = \lambda \cdot f$$



Relazione tra velocità e lunghezza d'onda

Per le onde elettromagnetiche, $v = c$, quindi:

$$c = \lambda \cdot f \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{c}{f}$$

Calcoliamo la lunghezza d'onda per una frequenza di 2,4 GHz:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{2,4 \times 10^9 \text{ Hz}} \approx 0,125 \text{ m} = 12,5 \text{ cm}$$



- ▶ Progettato specificamente per la domotica.
- ▶ Basso consumo energetico e frequenza sub-GHz.
- ▶ Supporta reti mesh per aumentare il raggio di copertura.
- ▶ Richiede un hub specifico.



Z-Wave (dettagli tecnici)

- ▶ Frequenza di operazione: 868 MHz (Europa), 908 MHz (Stati Uniti)
- ▶ Canali configurabili: 1-232
- ▶ Range: fino a 100 m indoor, fino a 3 km outdoor
- ▶ Data rate: up to 40 kbps
- ▶ Power consumption: low power devices (LPD) <math><1\text{mW}</math>, full-function devices (FFD) <math><12\text{mW}</math>
- ▶ Encryption: S2 and AES-128
- ▶ Dimensioni oggetto interferente: La lunghezza d'onda di 3,5 cm (868 MHz) e 3,3 cm (908 MHz) è importante per capire le dimensioni minime degli oggetti che possono interferire con il segnale radio.



- ▶ Protocollo wireless a bassa potenza, ideale per dispositivi a batteria.
- ▶ Ampiamente usato in domotica e automazione.
- ▶ Frequenza 2.4 GHz, con supporto per reti mesh.
- ▶ Richiede un hub specifico.



ZigBee (dettagli tecnici)

- ▶ Frequenza di operazione: 2,4 GHz
- ▶ Canali configurabili: 16 (USA), 10 (Europe)
- ▶ Range: fino a 100 m indoor, fino a 3 km outdoor
- ▶ Data rate: up to 250 kbps
- ▶ Power consumption: low power devices (LPD) <math><1\text{mW}</math>, full-function devices (FFD) <math><15\text{mW}</math>
- ▶ Encryption: AES-128, DES
- ▶ Dimensioni oggetto interferente: La lunghezza d'onda di 12,5 cm è importante per capire le dimensioni minime degli oggetti che possono interferire con il segnale radio.



BLE (Bluetooth Low Energy)

- ▶ Versione ottimizzata di Bluetooth per basso consumo.
- ▶ Utilizzato in dispositivi come sensori e wearable.
- ▶ Raggio corto, ma facilmente integrabile grazie alla sua diffusione.



Bluetooth Low Energy (BLE) (dettagli tecnici)

- ▶ Frequenza di operazione: 2,4 GHz
- ▶ Canali configurabili: 40 (3 MHz di spaziatura)
- ▶ Range: fino a 100 m indoor, fino a 1 km outdoor
- ▶ Data rate: up to 2 Mbps
- ▶ Power consumption: low power devices (LPD) <10mW, full-function devices (FFD) <30mW
- ▶ Encryption: AES-128
- ▶ Dimensioni oggetto interferente: la lunghezza d'onda di 12 cm è importante per capire le dimensioni minime degli oggetti che possono interferire con il segnale radio.



CoAP (Constrained Application Protocol)

- ▶ Protocollo di comunicazione per IoT su reti a bassa larghezza di banda.
- ▶ Supporta trasmissione dati RESTful simile a HTTP.
- ▶ Ideale per dispositivi con risorse limitate.



- ▶ Protocollo di rete wireless diffuso e ad alta velocità.
- ▶ Ampia larghezza di banda e bassa latenza.
- ▶ Ideale per dispositivi che necessitano di velocità, ma a scapito del consumo energetico.



WiFi (dettagli tecnici)

- ▶ Frequenza di operazione: 2,4 GHz e 5 GHz
- ▶ Canali configurabili: varia in base al paese e alla regione
- ▶ Range: fino a 100 m indoor, fino a 1 km outdoor
- ▶ Data rate: up to 600 Mbps (802.11ac) and up to 9.6 Gbps (802.11ad)
- ▶ Power consumption: varia in base al tipo di dispositivi e alla loro potenza di trasmissione
- ▶ Encryption: WPA2, WPA3, AES-128, AES-256
- ▶ Dimensioni oggetto interferente: la lunghezza d'onda di 12 cm è importante per capire le dimensioni minime degli oggetti che possono interferire con il segnale radio.



- ▶ Protocollo di rete per dispositivi IoT a lungo raggio.
- ▶ Utilizza modulazione LoRa (Long Range) per comunicazioni a basso consumo e lunga distanza.
- ▶ Ideale per applicazioni IoT in ambienti distribuiti e smart cities.
- ▶ Supporta reti pubbliche e private con una topologia a stella.



LoRaWAN (dettagli tecnici)

- ▶ Frequenza di operazione: 868 MHz, 923 MHz
- ▶ Canali configurabili: varia in base al paese e alla regione
- ▶ Range: fino a 15 km outdoor, fino a 5 km indoor
- ▶ Data rate: up to 50 kbps
- ▶ Power consumption: low power devices (LPD) <30mW, full-function devices (FFD) <100mW
- ▶ Encryption: AES-128, OTAA, ABP
- ▶ Dimensioni oggetto interferente: la lunghezza d'onda di 12 cm è importante per capire le dimensioni minime degli oggetti che possono interferire con il segnale radio.



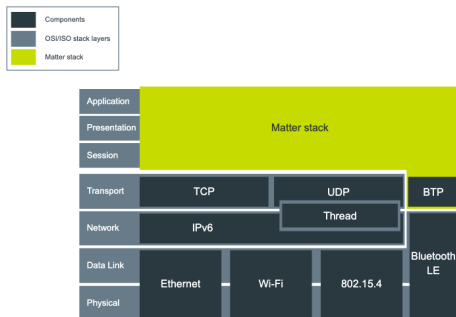
Protocolli di Interoperabilità: Matter e Thread

- ▶ Matter e Thread operano a un livello superiore rispetto ai protocolli radio (ad esempio WiFi, Zigbee) nella piramide OSI:
 - ▶ Protocolli radio (WiFi, Zigbee): Layer 2 (Data Link)
 - ▶ Matter e Thread: Layer 3 (Network)
- ▶ Sono focalizzati sulla comunicazione device-to-device, piuttosto che su comunicazione device-to-cloud o cloud-to-cloud
- ▶ Consentono l'integrazione smagliante di dispositivi da diverse aziende e con diverse capacità



Matter

- ▶ Protocollo unificato per l'interoperabilità dei dispositivi IoT.
- ▶ Supporta vari protocolli come WiFi, Ethernet e Thread.
- ▶ Sviluppato dal gruppo CSA (Connectivity Standards Alliance).
- ▶ ipv6



Matter - Dettagli Tecnici 1

- ▶ Comunicazione device-to-device:
 - ▶ Utilizza protocollo UDP esteso (Matter UDP)
 - ▶ Utilizza indirizzo IP come destinazione
 - ▶ Non richiede creazione di connessioni TCP per inviare dati
- ▶ Source Route:
 - ▶ Ogni dispositivo mantiene routing table con indirizzi IP dei dispositivi vicini e capacità di routing



- ▶ Multicast:
 - ▶ Pacchetti UDP possono essere inviati a più dispositivi contemporaneamente utilizzando multicast
 - ▶ Riduce stato delle reti e migliora velocità di trasmissione
- ▶ Neighbor Discovery:
 - ▶ Ogni dispositivo scopre dispositivi vicini attraverso processo chiamato "neighbor discovery"
 - ▶ Utilizza pacchetti UDP specifici per scambiare informazioni sulla presenza e sulle capacità dei dispositivi
- ▶ Frame Format:
 - ▶ Pacchetti UDP hanno struttura speciale con campo di destinazione (indirizzo IP del dispositivo destinatario) e campo di contenuto (dati da trasmettere)



- ▶ Protocollo di rete wireless basato su IPv6.
- ▶ Progettato per la comunicazione sicura tra dispositivi IoT.
- ▶ Supporta reti mesh, migliorando l'affidabilità e riducendo i consumi.



Thread: Dettagli Tecnici

- ▶ Funziona al livello network (livello 3 ISO/OSI) su IPv6.
- ▶ Ottimizzato per dispositivi a basso consumo, ideale per sensori e attuatori alimentati a batteria.
- ▶ Ha un range di azione: 30-100 metri tra i nodi, con possibilità di estensione grazie alla topologia mesh.
- ▶ Architettura di rete:
 - ▶ Router: Gestiscono il traffico tra i dispositivi.
 - ▶ End Device: Dispositivi che non partecipano al routing, ma utilizzano la rete (es. sensori).
 - ▶ Leader: Un dispositivo che gestisce l'allocazione degli indirizzi nella rete.
 - ▶ Border Router: Connette la rete Thread ad altre reti IP (come Wi-Fi o Ethernet).
- ▶ Utilizza la crittografia AES-128 per garantire la sicurezza delle comunicazioni.
- ▶ Supporta fino a 250 dispositivi su una singola rete.



Thread e Matter

- ▶ Thread è indipendente: Può operare come protocollo di rete autonomo.
- ▶ Matter utilizza Thread: Matter sfrutta Thread come infrastruttura di rete mesh, ma non è limitato a esso.



Confronto tra i protocolli visti

- ▶ Z-Wave e ZigBee: ideali per reti mesh a basso consumo.
- ▶ WiFi: maggiore velocità, ma più consumo energetico.
- ▶ BLE: ottimo per corto raggio e basso consumo.
- ▶ Matter e Thread: offrono interoperabilità e connessione sicura tra dispositivi.

... in ogni caso il cavo è meglio ...



Z-Wave VS ZigBee

Z-Wave

- ▶ rete mesh
- ▶ velocità di trasmissione maggiore ma meno dati (pulsanti e prese)

ZigBee

- ▶ rete centro stella
- ▶ trasporta più dati ma più lentamente (telecamere e termostati)



Quando usare e quando evitare i protocolli

- ▶ Z-Wave e ZigBee: perfetti per sensori e automazione domestica.
- ▶ WiFi: adatto per dispositivi fissi con alimentazione continua.
- ▶ BLE: ideale per dispositivi portatili con batteria.
- ▶ Matter e Thread: ottimi per integrazioni future-proof e sicurezza.





- ▶ Home Assistant addicted
- ▶ Linux Sysadmin (silver wedding)
- ▶ Solution Architect Data Management presso DXC Technology
 - ▶ Cloudera technical specialist
 - ▶ SME (Subject-matter expert) Generative AI

GitHub: <https://github.com/disoardi>
@: abacus@linux.it



Licenza e Ringraziamenti

Licenza: Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)

Questa presentazione è rilasciata sotto la licenza Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0). Sentiti libero di condividere e adattare il contenuto rispettando i termini della licenza.



Ringraziamenti:

Un ringraziamento speciale all'Italian Linux Society per il supporto alla community open source.

Ringrazio inoltre chi lavora nell'addestrare gli LLM con i quali ho impiegato $\frac{1}{8}$ del tempo che impiego di solito nelle slide del Linux Day

