

LR-WPAN con XBee

Marco Di Nicola
marco.dinicola@studio.unibo.it

Alma Mater Studiorum



- Moduli radio che sfruttano i protocolli di comunicazione 802.15.4/ZigBee



- La versione standard di seconda serie presenta le seguenti caratteristiche:
 - ▶ Power output: 2mW (+3 dBm)
 - ▶ Indoor/Urban range: Up to 133 ft (40 m)
 - ▶ Outdoor line-of-sight range: Up to 400 ft (120 m)
 - ▶ Operating frequency: 2.4 GHz
 - ▶ RF data rate: 250 Kbps

Particolarmente adatti per requisiti di:

- Facile implementazione.
- Alto grado di autonomia garantita ai dispositivi.
- Scarsa potenza di calcolo e capacità di memorizzazione richieste.
- Basso data-rate.
- Reti costituite da un alto numero di nodi.
- Semplici meccanismi di protezione dei dati.

Un confronto

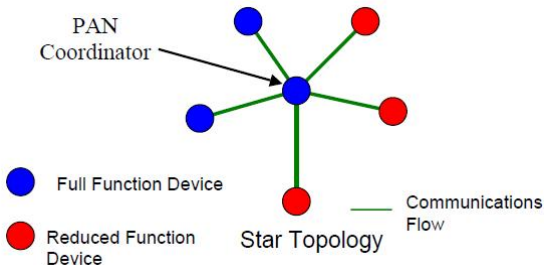
Confronto con altri standard wireless:

ZigBee, WiFi™, and Bluetooth™ compared			
NAME	ZIGBEE	WiFi	BLUETOOTH
Standard	802.15.4	802.11a,b,g	802.15.1
Application	Monitoring and control	Web, e-mail, video	Cable replacement
System resources	50 to 60 Kbytes	> 1 Mbyte	> 250 Kbytes
Battery life (days)	100 to > 1000	1 to 5	1 to 7
Network size	65, 536	32	7
Bandwidth (Kb/s)	20 to 250	11,000	720
Maximum transmission range (m)	100+	100	10
Success metrics	Reliability, power, cost	Speed, flexibility	Cost, convenience

Tipologie di dispositivi

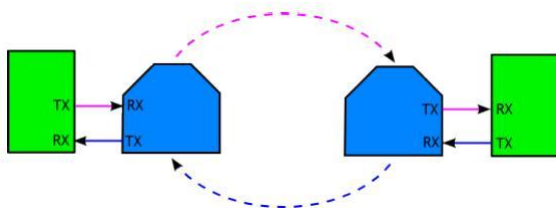
Lo standard definisce due tipi di dispositivi:

- Full function device (FFD)
 - ▶ Necessita di alimentazione elettrica.
 - ▶ Può creare una PAN (Coordinator) e/o attuare meccanismi di store and forward (Router), conservando pacchetti diretti a dispositivi inattivi.
- Reduced function device (RFD)
 - ▶ Eventualmente alimentato a batteria, può entrare in stato di sleep.
 - ▶ Si limita a operare come foglia in reti a stella (End Device).



Comunicazione

- Programmati per operare in modalità **trasparente**: i pin del modem trasmettono i dati direttamente a quelli del dispositivo annesso. Scritture o letture avvengono come attraverso un qualunque cavo seriale.
 - ✓ Comunicazione trasparente fra microcontrollore e modem: ridotto overhead.
 - ✓ Minore complessità.
 - ✗ Parametri di comunicazione statici: minore flessibilità.
 - ✗ Ridotta fault-tolerance.



Un frame API

Frame:

7E 0011 10 01 00000000 0000FFFF FFFE 00 00 48 69 21 AD

Composizione:

7E – Delimitatore di inizio frame

0x0011 – Lunghezza del frame

0x10 – API ID

(indica il tipo di operazione)

0x01 – frame ID

0x00000000 0000FFFF – Indirizzo a 64 bit riservato al broadcast

0xFFFFE – Indirizzo di rete a 16 bit riservato al broadcast

0x00 – Numero di hops nel broadcast del frame

(0 = numero massimo)

0x00 – Opzioni

0x48 69 21 – Rappresentazione ASCII della stringa Hi!

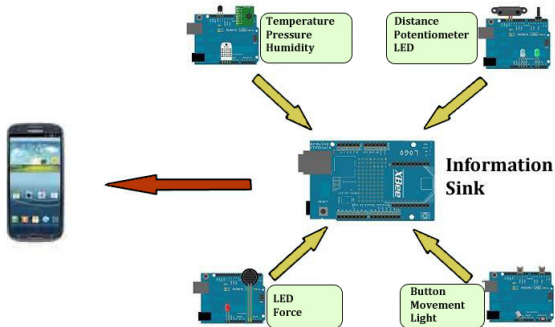
0x21 – Checksum

(0xFF meno la somma di tutti i bytes dopo il campo relativo alla lunghezza)

Un'applicazione

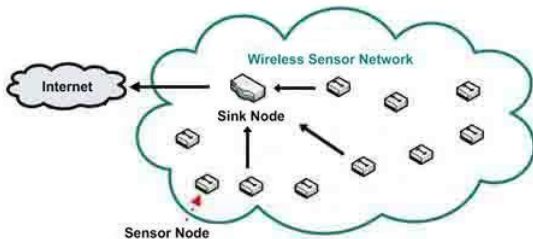
Implementazione di due componenti fondamentali:

- Una rete di dispositivi costruita sfruttando:
 - ▶ Microcontrollori Arduino che leggono i dati rilevati da sensori di varia natura, li elaborano e li trasmettono periodicamente in broadcast.
 - ▶ Modem che utilizzano i protocolli di comunicazione wireless ZigBee per mettere in comunicazione reciproca i microcontrollori.
- Un'applicazione context-aware che rileva i dati emessi dalla rete, in esecuzione su smartphone con piattaforma Android.



Rete di sensori

- La rete costruita assume una topologia a stella.
- Due tipi di nodi:
 - ▶ Un singolo **Sink**.
 - ★ Dotato di due interfacce di rete: XBee ed Ethernet.
 - ★ Riceve dati dagli altri nodi e li emette in broadcast su interfaccia Ethernet.
 - ★ Unico dispositivo a necessitare di alimentazione elettrica.
 - ▶ Più **End Device**.
 - ★ Dotati di modem XBee ed un numero variabile di sensori ed attuatori.
 - ★ Trasmettono i dati periodicamente al Sink.



- Scenari di controllo di edifici: manutenzione e attivazione remota di apparecchiature, sicurezza, ...
- Monitoraggio di dati ambientali.
- Applicazioni in esecuzione su piattaforme di natura eterogenea possono ricevere simultaneamente i dati trasmessi dalla rete e processarli in maniera differente.
 - ▶ Visualizzazione dei dati.
 - ▶ Pubblicazione dei dati su database web per condivisione con altri enti.
 - ▶ Attivazione di applicazioni in risposta ai dati ricevuti.

- Rendere la comunicazione tra la rete e l'applicazione bidirezionale, consentendo a quest'ultima di trasmettere dati al Sink.
 - ✓ Possibilità di attivazione remota di attuatori.
 - ✗ Maggiore dispendio di energie per i nodi End Device, riducendone l'autonomia garantita.
- Rendere il nodo Sink mobile, determinandone schemi di movimento con particolari algoritmi o dando all'utente la possibilità di manovrarlo tramite l'applicazione.
 - ✓ Controllo di reti più vaste.
 - ✓ Maggiore fault-tolerance.
 - ✗ Necessità di alimentazione a batteria per un dispositivo che effettua una quantità di elaborazione non indifferente.