

Riassunto

**Fondamenti di Internet of Things**

Prof. Sabrina Sicari – A.A. 2022/23

Federico Garegnani

9 marzo 2023

## Indice

<b>1</b>	<b>Progettazione di una WSN</b>	<b>2</b>
1.1	Reliability . . . . .	2
1.2	Scalabilità . . . . .	2
1.3	Costi di produzione . . . . .	3
1.4	Topologia . . . . .	3
1.5	Mezzo trasmissivo . . . . .	3
1.6	Consumo potenza . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Livello di rete</b>	<b>3</b>

# 1 Progettazione di una WSN

La progettazione di una WSN è influenzata dai seguenti fattori

- Reliability (o fault tolerance)
- Scalabilità
- Costi di produzione
- Limitazioni hardware
- Topologia
- Ambiente applicativo
- Mezzo di trasmissione
- Consumo di potenza (o lifetime)

Analizziamo di seguito ogni parametro nel dettaglio

## 1.1 Reliability

La *tolleranza ai guasti* (*fault tolerance*, *reliability* o *affidabilità*) è la capacità della rete di non interrompere il servizio anche in presenza di guasti. Un nodo può rompersi per perdita di potenza, danni fisici o interferenze ambientali ma questo non deve pregiudicare l'operatività di tutta la rete di sensori.

L'affidabilità di un nodo sensore  $K$  è modellata mediante una distribuzione di Poisson dalla seguente equazione

$$R_k(t) = e^{-\lambda_k t}$$

Essa fornisce la probabilità che sia verificata una rottura al tempo  $t$ ,  $\lambda_k$  rappresenta il tasso di rottura (failure rate).

L'affidabilità di un broadcast range con  $N$  nodi sensori è ottenuta nel seguente modo

$$R(t) = 1 - \prod_{k=1}^N [1 - R_k(t)]$$

A seconda dell'affidabilità richiesta si possono variare i protocolli e gli algoritmi utilizzati.

## 1.2 Scalabilità

Il numero di sensori in una regione può variare considerevolmente, da pochi e diverse migliaia.

La densità dei sensori è il numero di nodi all'interno del *radio range*  $R$

$$\mu(R) = \frac{N\pi R^2}{A}$$

dove  $N$  è il numero di sensori all'interno della regione di area  $A$ , mentre  $R$  è il range di trasmissione.

### 1.3 Costi di produzione

Il costo deve essere basso. L'obiettivo è di raggiungere un prezzo inferiore a 1 \$/dispositivo, attualmente il costo varia tra \$25 e \$180.

### 1.4 Topologia

Nella gestione della topologia di una sensor network si distinguono tre fasi

1. **Pre-deployment e deployment phase**

I sensori possono essere gettati da un aeroplano (*random deployment*) oppure possono essere disposti in modo organizzato (*regular deployment*). Nel caso di sensori mobili questi possono muoversi autonomamente e cercare aree di interesse, compensare guasti nella rete oppure essere mossi da forze esterne come vento e acqua.

2. **Post-deployment phase**

Variazioni nella topologia possono verificarsi a seguito di cambiamenti di posizione, problemi di raggiungibilità (a causa di jamming<sup>1</sup>, rumore, ostacoli, etc.), energia insufficiente, malfunzionamenti.

3. **Re-deployment di nodi aggiuntivi**

### 1.5 Mezzo trasmissivo

I dispositivi possono comunicare tramite onde radio, dispositivi ottici (infrarossi) o acustici.

### 1.6 Consumo potenza

La sorgente di potenza (batteria) è molto limitata ed è il principale fattore che determina il tempo di vita del sensore; in molti scenari non è infatti possibile ricaricare le batterie, risulta quindi importante usare l'energia in modo parsimonioso. Spesso i dispositivi vengono dotati di due batterie, una batteria principale con il compito di alimentare il dispositivo ed una batteria tampone per l'invio dei dati raccolti prima del completo scaricamento.

Da questo punto di vista assume importanza anche la scelta dei protocolli utilizzati per la trasmissione dei dati, si parla di *Power Aware Communication Protocols* in quanto devono minimizzare la dimensione dei pacchetti e il numero di pacchetti scambiati. Alcuni studi hanno analizzato l'assorbimento energetico di ogni componente di un sensore e si è osservato che le fasi di trasmissione e ricezione risultano essere quelle più energivore (Figura 1).

## 2 Livello di rete

Per una serie di ragioni legate all'elevato numero di nodi, alla limitata potenza e all'approccio data centrico non è possibile utilizzare un identificativo unico per

---

<sup>1</sup>Il jamming è l'atto di disturbare volutamente le comunicazioni radio (wireless) facendo in modo che ne diminuisca il rapporto segnale/rumore, indice di chiarezza del segnale, tipicamente trasmettendo sulla stessa frequenza e con la stessa modulazione del segnale che si vuole disturbare.

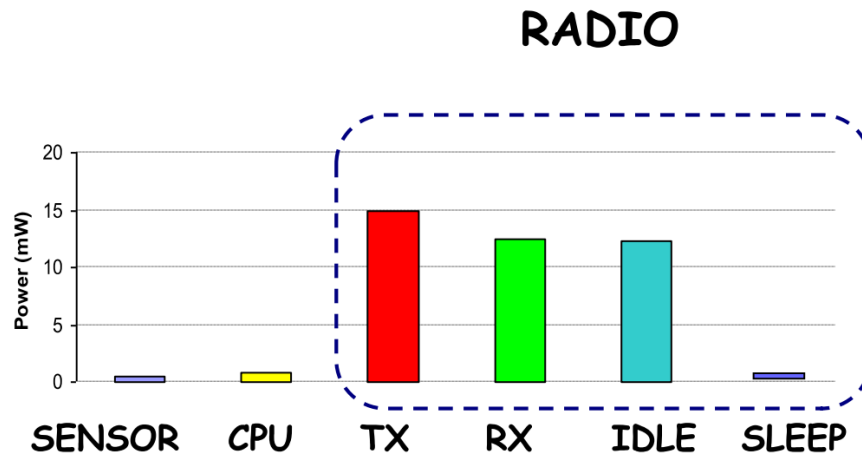


Figura 1: Consumo di energia per ogni componente del dispositivo

ogni dispositivo all'interno di una sensor network. Un indirizzamento dei nodi è tuttavia necessario per la gestione dei nodi, il *querying*, il *service discovery* e il routing.

Risulta necessario utilizzare nuovi algoritmi di routing che tengano conto della limitata potenza, capacità computazionale e memoria disponibili, dei frequenti cambiamenti nella topologia e dell'assenza di un identificativo globale dei dispositivi.

**Tassonomia dei protocolli di routing** Si distinguono tre categorie di protocolli di routing

- Data Centric Protocols  
Flooding, Gossiping, SPIN, SAR, Directed Diffusion, Rumor Routing, Constrained Anisotropic Diffused Routing, COUGAR, ACQUIRE
- Hierarchical Protocols  
LEACH, TEEN, APTEEN, PEGASIS, Energy Aware Scheme
- Location Based Protocols  
MECN, SMECN, GAF, GEAR
- Flooding
- Gossiping
- SPIN-1
- SPIN-2
- Directed Diffusion
- LEACH