

**ISTITUTO ISTRUZIONE SUPERIORE "L. EINAUDI" – ALBA**  
**ANNO SCOLASTICO 2023/2024**

Classe:           **5<sup>a</sup> L**

Disciplina:    **TPSI** (Tecnologie e Progettazione di Sistemi Informatici e Telecomunicazioni)

Docenti:        DE GIOANNINI Fabio  
                      BACCELLA Simone (ITP)

## **PROGETTAZIONE DIDATTICA ANNUALE**

### **COMPETENZE FINALI**

Comprendere e saper contestualizzare i concetti di IoT (Internet of Things), IIoT (Industrial Internet of Things) e comunicazione M2M (Machine to Machine).

Conoscere le principali architetture di sistema e protocolli di trasmissione di dati utilizzati negli ambiti IoT, IIoT e M2M.

Comprendere come sono strutturate le reti di sensori utilizzate per generare, raccogliere e trasmettere a distanza dati e parametri di processo relativamente a diversi campi di applicazione (industriale, domotica, telemetria, etc).

Conoscere a livello dettagliato come avviene la comunicazione tra i diversi sistemi, sia localmente che a distanza, con riferimento ad alcune architetture e protocolli di particolare interesse nell'attuale momento storico.

### **INDICE DEI MODULI DIDATTICI**

**M<sub>1</sub>** : *LoRa (Long Range) e LoRaWAN (Long Range Wide Area Network)*

**M<sub>2</sub>** : *RFID (Radio Frequency IDentification)*

**M<sub>3</sub>** : *MQTT (Message Queue Telemetry Transport)*

**M<sub>4</sub>** : *Bluetooth® e Bluetooth® Low Energy (BLE)*

**M<sub>5</sub>** : *Wi-Fi (Wireless Fidelity - IEEE 802.11)*

## MODULO 1     *LoRa (Long Range) e LoRaWAN (Long Range Wide Area Network)*

### Contenuti

- I sistemi LoRa/LoRaWAN nei contesti IoT e IIoT: esempi applicativi; pregi e difetti a confronto con tecnologie alternative disponibili
- Risorse utilizzate dalla tecnologia basata su LoRa: bande di frequenza, larghezza di banda (canali), tipo di modulazione
- Architettura dei sistemi basati su LoRa/LoRaWAN: Nodi, Gateway, Network Server, Application Server
- Classificazione e funzionalità dei Nodi (messaggi *Uplink* e *Downlink* e loro struttura)
- LoRa: analisi della modulazione a spettro diffuso utilizzata per il collegamento a RF; significato di Spreading Factor (SF) e sua influenza sul Bit Rate di trasmissione
- Procedure di attivazione dei nodi (OTAA e ABP) e analisi delle differenze tra le due procedure
- Gestione della sicurezza: descrizione ed utilizzo delle chiavi AppKey, AppSKey, NwkSKey.

### Metodologia didattica

- ◆ Lezione partecipata
- ◆ Apprendimento cooperativo
- ◆ Didattica laboratoriale
- ◆ Risoluzione problemi (esercitazioni in laboratorio)

### Risorse e Materiale Didattico

- ◆ Materiale pubblicato dal docente su Classroom: IoT.pdf; LoRa.pdf; SpreadSpectrum.pdf; Industrial IoT, il protocollo LoRaWAN per risolvere i problemi di connettività.pdf; LA\_Infographic\_LPWAN\_0421\_FINAL-002-1.pdf; - -  
<https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/>  
<https://www.ictpower.it/tecnologia/lora-nozioni-di-base-e-approfondimenti.htm>  
<https://www.semtech.com/lora>
- ◆ Appunti relativi alle lezioni in classe
- ◆ Laboratorio
- ◆ Arduino; moduli LoRa; Gateway LoRaWAN

### Metodologia di verifica

- prove scritte e orali
- esercitazioni in laboratorio

## MODULO 2    *RFID (Radio Frequency Identification)*

### Contenuti

- I sistemi RFID nei contesti IoT e IIoT: esempi applicativi; pregi e difetti a confronto con tecnologie alternative disponibili; esigenze che hanno portato allo sviluppo della tecnologia RFID; cenni sulle origini storiche e sviluppi successivi
- Architettura dei sistemi basati su tecnologia RFID: TAG, lettore (Reader) e software di gestione
- Risorse utilizzate dalla tecnologia basata su RFID: frequenze operative, bande di frequenza e modalità di comunicazione TAG-Reader
- Classificazione dei TAG: Attivi, Passivi e Semi-Attivi; differenze strutturali; modalità di impiego
- Analisi della comunicazione tra TAG e Lettore in funzione dei diversi tipi di TAG e frequenze operative utilizzate (accoppiamento in *Near-Field* e in *Far-Field*)
- Organizzazione dell'informazione all'interno del TAG: tipi di memorie e loro struttura (EPC, TID, memoria utente, memoria riservata)
- Gestione della sicurezza: metodologie di scrittura, lettura, protezione, disabilitazione dei TAG

### Metodologia didattica

- ◆ Lezione partecipata
- ◆ Apprendimento cooperativo
- ◆ Didattica laboratoriale
- ◆ Risoluzione problemi (esercitazioni in laboratorio)

### Risorse e Materiale Didattico

- ◆ Materiale pubblicato dal docente su Classroom: RFID - Tecnologia TAG Memorie Chip UHF.pdf; RFIDApplications-abriefintroduction.pdf; RFID - Omron Technical Guide.pdf; RFID - International Journal of Electronics.pdf; RFID - Research Gate - An introduction to RFID technology.pdf;
- ◆ Appunti relativi alle lezioni in classe
- ◆ Laboratorio
- ◆ Arduino; moduli RFID; TAG RFID

### Metodologia di verifica

- prove scritte e orali
- esercitazioni in laboratorio

**MODULO 3****MQTT (Message Queue Telemetry Transport)****Contenuti**

- Il protocollo MQTT nei contesti IoT, IIoT e M2M: esempi applicativi; pregi e difetti a confronto con soluzioni basate su protocolli alternativi disponibili; analisi dei punti di forza del protocollo MQTT e ragioni della sua ampia diffusione; cenni storici
- Architettura dei sistemi basati su tecnologia MQTT: soluzione *client/server* basata sullo schema *Publisher* ↔ *Broker* ↔ *Subscriber*
- Principali caratteristiche e funzionalità specifiche del protocollo MQTT: *QoS - Quality of Service* (livelli di Qualità del Servizio); *Retained Message* (messaggio conservato); *LWT - Last Will and Testament* (ultimo messaggio); sessioni persistenti
- Tipologia dei pacchetti di controllo a livello TCP/IP: formato e funzioni
- Struttura dei pacchetti di controllo: Fixed Header, Variable Header e Payload
- Analisi dettagliata della struttura di alcuni pacchetti di controllo (ad es.: CONNECT, PUBLISH, SUBSCRIBE e relativi pacchetti di *acknowledgment*)
- Implementazione di livelli di sicurezza in ambito MQTT: autenticazione e crittografia

**Metodologia didattica**

- ◆ Lezione partecipata
- ◆ Apprendimento cooperativo
- ◆ Didattica laboratoriale
- ◆ Risoluzione problemi (esercitazioni in laboratorio)

**Risorse e Materiale Didattico**

- ◆ Materiale pubblicato dal docente su Classroom: I 12 Protocolli dell IoT.pdf; MQTT - il Protocollo e come riesce a far comunicare i dispositivi IoT.pdf; MQTT - Panoramica.pdf; Panoramica dei protocolli IoT.pdf; MQTT - Il Protocollo standard per IoT.pdf; Opzioni di protocollo a livello ... e per funzionalità M2M e IoT.pdf
- ◆ Appunti relativi alle lezioni in classe
- ◆ Laboratorio
- ◆ Arduino; modulo Ethernet; server MQTT locale; sensori (temperatura, umidità, luminosità, prossimità)

**Metodologia di verifica**

- prove scritte e orali
- esercitazioni in laboratorio

**MODULO 4*****Bluetooth® e Bluetooth® Low Energy (BLE)*****Contenuti**

- Sistemi basati su tecnologia Bluetooth® e Bluetooth® Low Energy (BLE): esempi applicativi; pregi e difetti a confronto con tecnologie alternative disponibili
- Differenze tra Bluetooth® e Bluetooth® Low Energy (BLE): comparazione e contestualizzazione: livello fisico (PHY)
- Risorse utilizzate e prestazioni: bande di frequenza, canalizzazione, tipi di modulazione e spettri, livelli di potenza operativi, configurazione di reti di dispositivi
- Portata, affidabilità e sicurezza del collegamento Bluetooth® e Bluetooth® Low Energy (BLE)
- Cenni sull'architettura di trasporto dati con riferimento ai livelli fisici e logici
- Modalità operative *advertising* e *scanning*
- Profilo di accesso generico *Generic Access Profile* (GAP) e ruoli definiti: *Broadcaster, Observer, Central, Peripheral*.
- Livello di collegamento (LINK Layer): *macchina a stati*.
- Livello di collegamento (LINK Layer): analisi dei Logical Transport: ACL, ADVB, PADVB, PAwR
- Bluetooth® LE: architettura MESH.

**Metodologia didattica**

- ◆ Lezione partecipata
- ◆ Apprendimento cooperativo
- ◆ Didattica laboratoriale
- ◆ Risoluzione problemi (esercitazioni in laboratorio)

**Risorse e Materiale Didattico**

- ◆ Materiale pubblicato dal docente su Classroom: The-Bluetooth-LE-Primer-V1.1.0.pdf; EN-Understanding\_Reliability.pdf; Mesh-Technology-Overview.pdf; <https://www.bluetooth.com/>
- ◆ Appunti relativi alle lezioni in classe
- ◆ Laboratorio
- ◆ Arduino; modulo Bluetooth®

**Metodologia di verifica**

- prove scritte e orali
- esercitazioni in laboratorio

**MODULO 5**     *Wi-Fi (Wireless Fidelity - IEEE 802.11)***Contenuti**

- Reti wireless: protocollo Wi-Fi e modalità di utilizzo in ambito IoT - confronto con soluzioni alternative disponibili
- Confronto tra le diverse implementazioni Wi-Fi IEEE 802.11 (legacy/b/a/g/n/ac/ax/be)
- Architettura di sistema - componenti: Stazioni; Rete BSS (Basic Service Set); Sistema di Distribuzione (DS); Punto di Accesso (AP)
- Architettura di sistema - servizi: Station Services (SS); Distribution System Services (DSS)
- Cenni sui livelli fisici PHY utilizzati: IR (Infra Rosso); FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum); DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
- Gestione della sicurezza: WEP; WPA; WPA2; WPA3.

**Metodologia didattica**

- ◆ Lezione partecipata
- ◆ Apprendimento cooperativo
- ◆ Didattica laboratoriale
- ◆ Risoluzione problemi (esercitazioni in laboratorio)

**Risorse e Materiale Didattico**

- ◆ Materiale pubblicato dal docente su Classroom: wifi\_appunti.pdf; Wi-Fi presentation.pdf; Wi-Fi - 37W-29447-2\_LR.pdf;  
<https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/internet-things>  
<https://www.wi-fi.org/>
- ◆ Appunti relativi alle lezioni in classe
- ◆ Laboratorio
- ◆ Arduino; sensori vari

**Metodologia di verifica**

- prove scritte e orali
- esercitazioni in laboratorio