



ISTITUTO D'ISTRUZIONE SUPERIORE "L. EINAUDI"

via Pietro Ferrero, 20 - 12051 **A L B A** (CN)

Tel. Pres. Segr. 0173/284139 - 0173/284179 - Fax. 0173/282772

Cod. MIUR.: CNIS019004 - Cod. Fisc.: 90030150040 -

E- mail: CNIS019004@istruzione.it - segreteria@iiseinaudialba.edu.it - CNIS019004@pec.istruzione.it

sito web : www.iiseinaudialba.edu.it



PROGRAMMA SVOLTO

Anno scolastico 2025/2026

Docente	Cognome: De Gioannini	Nome: Fabio
ITP	Baccella	Simone
Materia di insegnamento: TPSI (Tecnologie e Progettazione di Sistemi Informatici e Telecomunicazioni)		Classe: 5M

LIBRI DI TESTO IN ADOZIONE

"Telecomunicazioni - Vol. 2" (Onelio Bertazioli; Zanichelli), Capitolo 8.

Materiale messo a disposizione 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>
- RFID - Tecnologia TAG Memorie Chip UHF.pdf; RFIDApplications-abriefintroduction.pdf; RFID - Omron Technical Guide.pdf;
- 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
- The-Bluetooth-LE-Primer-V1.2.0.pdf; EN-Understanding_Reliability.pdf; Mesh-Technology-Overview.pdf; <https://www.bluetooth.com/>
- wifi_appunti.pdf; Wi-Fi presentation.pdf; Wi-Fi - L2_1_IEEE80211_10_2bw.pdf; Wi-Fi - 37W-29447-2_LR.pdf; <https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/internet-things> <https://www.wi-fi.org/>

FINALITÀ E OBIETTIVI DISCIPLINARI

- 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.

CONTENUTI E ARGOMENTI SVOLTI

INDICE DEI MODULI DIDATTICI

M₀ : Tecnologie, sistemi e piattaforme per l'IoT (Internet of Things)
M₁ : *LoRa (Long Range) e LoRaWAN (Long Range Wide Area Network)*
M₂ : *RFID (Radio Frequency IDentification)*
M₃ : *MQTT (Message Queue Telemetry Transport)*
M₄ : *Bluetooth® e Bluetooth® Low Energy (BLE)*
M₅ : *Wi-Fi (Wireless Fidelity - IEEE 802.11)*

MODULO 0 *Tecnologie, sistemi e piattaforme per l'IoT (Internet of Things)*

Contenuti

- Introduzione all'Internet of Things
- Architettura dei sistemi IoT
- Oggetti intelligenti (smart things)
- Tecnologie e protocolli di comunicazione
- I Gateway e le piattaforme Cloud
- Sistemi di comunicazione wireless per l'IoT
- Sicurezza e privacy nelle applicazioni IoT
- Smart Factory - Industrial IoT (IIoT)
- Smart Car - Connected vehicle (cenni)
- Smart Home (cenni)

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.

Laboratorio

- Arduino; moduli LoRa; Gateway LoRaWAN

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

Laboratorio

- Arduino; moduli RFID; TAG RFID

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

Laboratorio

- Arduino; modulo Ethernet; server MQTT locale; sensori (temperatura, umidità, luminosità, prossimità)

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.

Laboratorio

- Arduino; modulo Bluetooth®

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; cenni su WPA, WPA2, WPA3 e WPS.

Laboratorio

- Arduino; sensori vari

METODOLOGIE E STRUMENTI UTILIZZATI

Metodologie

- Lezione frontale
- Apprendimento cooperativo (Cooperative Learning)
- Simulazione di casi: problem posing/problem solving
- Lavoro a coppie
- Lavoro di gruppo
- Didattica laboratoriale
- Risoluzione problemi (esercitazioni in laboratorio)

Strumenti

- Materiali e strumenti digitali (online e in locale)
- Classroom
- Documenti autentici
- Materiale audio-visivo

- Tecnologie informatiche: Internet, LIM, touchscreen, laboratorio informatico, computer, tablet, etc.
- Partecipazione a laboratori, spettacoli, conferenze, ecc.

Strumenti di verifica

- Verifiche orali e scritte con domande chiuse e domande aperte
- Esercitazioni in laboratorio

Data: 08/06/2026

Firma del docente
Prof. Fabio De Gioannini