

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

Classe: **5^a I**

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

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 : *OPC-UA (Open Platform Communications - Unified Architecture)*

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
- ◆ Appunti relativi alle lezioni in classe
- ◆ Laboratorio
- ◆ Arduino; moduli LoRa; Gateway LoRaWAN

Metodologia di verifica

- prove scritte e orali
- esercitazioni in laboratorio

Competenze minime

- evidenziate in grigio

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
- ◆ Appunti relativi alle lezioni in classe
- ◆ Laboratorio
- ◆ Arduino; moduli RFID; TAG RFID

Metodologia di verifica

- prove scritte e orali
- esercitazioni in laboratorio

Competenze minime

- evidenziate in grigio

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 Heading, Variable Heading 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
- ◆ 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

Competenze minime

- evidenziate in grigio

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
- 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*.
- Crittografia e sicurezza

Metodologia didattica

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

Risorse e Materiale Didattico

- ◆ Materiale pubblicato dal docente su Classroom
- ◆ Appunti relativi alle lezioni in classe
- ◆ Laboratorio
- ◆ Arduino; modulo Bluetooth®

Metodologia di verifica

- prove scritte e orali
- esercitazioni in laboratorio

Competenze minime

evidenziate in grigio

MODULO 5 OPC-UA (Open Platform Communications - Unified Architecture)

Contenuti

- Il protocollo OPC-UA come soluzione preferita per in ambito IIoT: pregi e difetti a confronto con soluzioni basate su protocolli alternativi disponibili, con particolare riferimento al confronto con il protocollo MQTT
- Il protocollo OPC-UA come risposta ai requisiti dell'Industria 4.0 in ambito di comunicazione M2M
- Architettura client-server basata sul paradigma dell'architettura orientata ai servizi (SOA): standardizzazione dei servizi per ottenere massima interoperabilità
- L'*Information Modelling* in OPC-UA ed i suoi concetti base: *Nodes* (nodi) e *References* (collegamenti) raggruppati nell'*Address Space*
- Concetto di *NodeClass* e di *Servizio*
- Il meccanismo publish/subscribe (*PubSub*) in ambito OPC-UA come alternativa alla configurazione client-server
- Analisi a livello protocollo di trasporto: protocollo TCP binario e protocollo Web Services
- Meccanismi di sicurezza a livello utente e a livello trasporto; garanzia di integrità dei messaggi
- OPC-UA PubSub over MQTT: come possono essere integrati i due protocolli

Metodologia didattica

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

Risorse e Materiale Didattico

- ◆ Materiale pubblicato dal docente su Classroom
- ◆ Appunti relativi alle lezioni in classe
- ◆ Laboratorio
- ◆ Arduino; modulo Ethernet; PLC Schneider; sensori vari

Metodologia di verifica

- prove scritte e orali
- esercitazioni in laboratorio

Competenze minime

evidenziate in grigio