

# Testi del Syllabus

Resp. Did.	FERRARI Gianluigi	Matricola: 006099
Anno offerta:	2016/2017	
Insegnamento:	1006076 - INTERNET OF THINGS	
Corso di studio:	5052 - COMMUNICATION ENGINEERING - INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI	
Anno regolamento:	2016	
CFU:	6	
Settore:	ING-INF/03	
Tipo Attività:	B - Caratterizzante	
Anno corso:	1	
Periodo:	Secondo Semestre	
Sede:	PARMA	



## Testi in italiano

<b>Lingua insegnamento</b>	Inglese
<b>Contenuti</b>	Il corso è suddiviso in due parti. La prima parte (teoria) è dedicata all'introduzione all'Internet delle Cose (Internet of Things, IoT), con descrizione dei principali protocolli di comunicazione utilizzati (da livello fisico a livello applicativo). La seconda parte (pratica) è dedicata al laboratorio di IoT: gli studenti sono introdotti ai principali sistemi operativi per IoT e a tool di sviluppo di livello applicativo. La parte di laboratorio termina con l'assegnazione di un progetto, che consiste nel progetto e sviluppo di un'applicazione IoT (usando opportuni nodi IoT che verranno forniti agli studenti) e nella successiva redazione di un breve rapporto. Il voto del progetto va poi mediato con il voto di un esame scritto (tipicamente quattro domande) che verte sui contenuti della prima parte del corso.
<b>Testi di riferimento</b>	Il libro di riferimento principale è J. P. Vasseur and A. Dunkels, `Interconnecting Smart Objects with IP,` Morgan Kaufmann, 2010. [Capitoli: 1,2,4,6,11,12,15,16,17]. Vengono forniti numerosi altri articoli di letteratura e altri testi di riferimento.
<b>Obiettivi formativi</b>	Gli obiettivi del corso, in termini di conoscenza e comprensione, sono i seguenti: - fornire allo studente una conoscenza di base dei principali principi di funzionamento di sistemi IoT, con particolare attenzione ai protocolli di comunicazione; - fornire allo studente una conoscenza applicata basata sull'utilizzo di un testbed IoT in laboratorio.
<b>Prerequisiti</b>	Aver seguito corsi di base e/o avanzati di reti di telecomunicazione è utile.
<b>Metodi didattici</b>	Le lezioni del corso (sia della prima parte che della fase iniziale della seconda parte) verteranno sull'uso di slide (fornite regolarmente agli studenti), con riferimenti precisi al libro di testo e ad altri articoli/materiale didattico.

<b>Altre informazioni</b>	Il materiale didattico e di supporto alle lezioni verrà fornito in parte dal docente.
<b>Modalità di verifica dell'apprendimento</b>	Esame scritto (tipicamente 4 domande) sulla prima parte del corso e progetto (condiviso con il docente) su un argomento della seconda parte del corso (laboratorio) con relazione e discussione della stessa. Il voto finale è un valore medio (pesato) dei voti nella prima prova e nel progetto.
<b>Programma esteso</b>	<p>TEORIA</p> <p>LEZIONE 1: Introduzione ad IoT; definizioni, storia, gli oggetti smart di oggi, le sfide per oggetti smart (a livello di nodo/rete), standardizzazione, trend tecnologici e crescita di mercato.</p> <p>LEZIONE 2: Introduzione all'IoT: hardware, software, testbed al WASN Lab. Protocolli di livello di trasporto: UDP e TCP: principi di progettazione, dettagli di UDP e TCP, UDP e TCP per oggetti smart.</p> <p>LEZIONE 3: Ipv6: l'evoluzione dell'Internet, stack protocollare IP, caratteristiche dell'IPv6 (headers, addressing, etc.).</p> <p>LEZIONE 4: Meccanismi di comunicazione: pattern di comunicazione, protocolli di comunicazione (IEEE 802.15.4, IEEE 802.11, PLC).</p> <p>LEZIONE 5: Protocolli MAC energeticamente efficienti: consumo di potenza, problemi in reti wireless (terminale esposto/nascosto, near-far), accesso centralizzato, protocolli a contesa tradizionali, protocolli energeticamente efficienti senza scheduling (MACA, PAMAS, STEM, B-MAC, WiseMAC, X-MAC) e con scheduling (S-MAC, ContikiMAC).</p> <p>LEZIONE 6: 6LoWPAN: una LoWPAN, il livello di adattamento, la struttura dell'header, compression dell'header.</p> <p>LEZIONE 7: Routing in LLNs &amp; RPL: dalle WSNs a RPL; modello di link in LLNs, richieste routing, approccio di RPL; metriche, vincoli, funzione obiettivo; idee di base di RPL, operazioni e DODAG multipli; messaggi DIO e DAO; un esempio di costruzione e mantenimento di DAG.</p> <p>LEZIONE 8: Paradigmi di comunicazione per l'IoT: architettura REST, Web of Things, Publish/Subscribe.</p> <p>LEZIONE 9: Sistemi operativi e hardware per l'IoT: overview dell'hardware; classi di dispositivi vincolati; board IoT principali; sensori e attuatori; tipi di media per Sensor Markup Language (SENML); interfacce CoRE; sistemi operativi per IoT.</p> <p>LEZIONE 10: Constrained Application Protocol (CoAP); estensioni CoAP (Observing resources, Block-wise transfers, Resource directory &amp; CoRE interfaces, HTTP/CoAP proxying).</p> <p>LEZIONE 11: Sicurezza per IoT: pericoli e contromisure; sicurezza a livello IP (IPSec, HIP); sicurezza a livello di trasporto (TLS, DTLS); sicurezza a livello applicativo (S/MIME, SRTP); condivisione di chiave e distribuzione; algoritmi crittografici.</p> <p>LEZIONE 12: Scoperta di servizi; scoperta di servizi con CoAP; scoperta di risorse; ZeroConf; jMDNS; "Lightweight multicast forwarding for service discovery in low-power IoT networks"; un'architettura scalabile ed auto-configurante per la scoperta di servizi in IoT.</p> <p>PRATICA</p> <p>LEZIONE 13: sistemi operativi real-time: confronto fra freeRTOS e RIoT.</p> <p>LEZIONE 14: FreeRTOS (1/2): principi e caratteristiche.</p> <p>LEZIONE 15: Introduzione a JAVA; programmazione orientata agli oggetti (Object-Oriented Programming, OOP); nozioni di base di Java, classi e</p>

oggetti; metodi; interfacce; principi di OOP; JAVA in pratica; pattern di progettazione.

Californium (Cf) Framework-CoAP (1/2): Californium (Cf) Framework; architettura Client/Server CoAP Server API; CoAP Client API.

LEZIONE 16: Californium (Cf) Framework-CoAP (1/2): completamento del tutorial.

LEZIONE 17: Californium (Cf) Framework-CoAP (2/2): pratica da parte degli studenti.

LEZIONE 18: FreeRTOS (2/2): Pratica con codice C per FreeRTOS e comunicazione fra e 2 nodi OpenMote.

LEZIONE 19: Assegnazione del progetto.

LEZIONE 20: Sviluppo del progetto.

LEZIONE 21: Sviluppo del progetto.

LEZIONE 22: Sviluppo del progetto.



## Testi in inglese

<b>Lingua insegnamento</b>	English
<b>Contenuti</b>	The course is divided in two parts. The first part (theory) is dedicated to the introduction to the Internet of Things (IoT), with a description of the mostly used communication protocols (from physical layer to application layer). The second part (practice) is dedicated to an IoT lab: the students are introduced to the main IoT operating systems and to development tools at application layer. The lab part ends with the assignment of a project, which consists of the design and development of an IoT application (using proper IoT nodes which will be given to students) and of the consequent preparation of a short report. The grade of the project assignment is then averaged with the grade of a written exam (typically four questions) on the topics covered in the first part of the course.
<b>Testi di riferimento</b>	The main reference textbook is J. P. Vasseur and A. Dunkels, `Interconnecting Smart Objects with IP,` Morgan Kaufmann, [Chapters: 1,2,4,6,11,12,15,16,17]. Several journal papers in the literature and other textbooks will also be indicated.
<b>Obiettivi formativi</b>	The goals of the course, in terms of knowledge and comprehension, are the following: <ul style="list-style-type: none"><li>- to give students a basic knowledge of the main operational principles of IoT systems, with particular attention to the communication protocols;</li><li>- to give students an application knowledge based on the use of an IoT testbed in the lab.</li></ul>
<b>Prerequisiti</b>	Having attended basic and/or advanced courses on telecommunication networks is useful.
<b>Metodi didattici</b>	The course lectures (of both the first part and of the initial phase of the second part) will be based on the use of slides (given regularly to students), with precise references to the textbook and other papers/teaching material.
<b>Altre informazioni</b>	The teaching and support material will be provided in part by the teacher.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Written exam (typically 4 questions) on the first part of the course and project (agreed with the professor) on a topic of the second part of the course (lab) with report and associated discussion. The final grade is an (weighted) average between the grades in the written exam and project.

## Programma esteso

### THEORY

LECTURE 1: Introduction to IoT: definitions, history, today's smart objects, challenges for smart objects (at node/network levels), standardization, technology trends and market growth.

LECTURE 2: Introduction to IoT: hardware, software, testbed at WASN Lab. Transport Layer Protocols: UDP and TCP: design principles, details of UDP and TCP, UDP and TCP for smart objects.

LECTURE 3: IPv6: the evolution of Internet, IP protocol stack, IPv6 characteristics (headers, addressing, etc.).

LECTURE 4: Communication Mechanisms: communication patterns, communication protocols (IEEE 802.15.4, IEEE 802.11, PLC).

LECTURE 5: Energy-efficient MAC protocols: power consumption, problems in wireless networking (hidden/exposed terminal, near-far), centralized access, traditional contention protocols, energy efficient MAC protocols-unscheduled (MACA, PAMAS, STEM, B-MAC, WiseMAC, X-MAC) and scheduled (S-MAC, ContikiMAC).

LECTURE 6: 6LoWPAN: a LoWPAN, the adaptation layer, header structure, header compression.

LECTURE 7: Routing in LLNs & RPL: From WSNs to RPL; link model in LLNs, routing requirements, RPL approach; metrics, constraints, objective function; RPL basics, operations, multiple DODAGs; DIO and DAO messages; an example of DAG construction and maintenance.

LECTURE 8: Communication paradigms for the IoT: REST architecture, Web of Things, Publish/Subscribe.

LECTURE 9: Operating systems and hardware for the IoT: Hardware overview; classes of constrained devices; main IoT boards; sensors and actuators; media types for Sensor Markup Language (SENML); CoRE interfaces; operating systems for IoT.

LECTURE 10: Constrained Application Protocol (CoAP); CoAP extensions (Observing resources, Block-wise transfers, Resource directory & CoRE interfaces, HTTP/CoAP proxying).

LECTURE 11: Service Discovery: CoAP service discovery; resource discovery; ZeroConf; jMDNS; "Lightweight multicast forwarding for service discovery in low-power IoT networks"; scalable and self-configuring architecture for service discovery in the Internet of Things.

LECTURE 12: Security for IoT: threats and countermeasures; IP layer security (IPSec, HIP); transport layer security (TLS, DTLS); application layer security (S/MIME, SRTP); key agreement and distribution; cryptographic algorithms.

### PRACTICE

LECTURE 13: Real-time operating systems: Comparison between FreeRTOS and RIOT.

LECTURE 14: FreeRTOS (1/2): principles and characteristics.

LECTURE 15: Introduction to Java: Object-Oriented Programming (OOP); Java basics; Classes and objects; Methods; Interfaces; OOP principles; Practical Java; Design patterns.

Californium (Cf) Framework-CoAP (1/2): Californium (Cf) Framework; Client/Server Architecture; CoAP Server API; CoAP Client API.

LECTURE 16: Californium (Cf) Framework-CoAP (1/2): completion of tutorial.

LECTURE 17: Californium (Cf) Framework-CoAP (2/2): practice by students.

LECTURE 18: FreeRTOS (2/2): Practice with C code for FreeRTOS and communication between two OpenMote nodes.

LECTURE 19: Project assignment.

LECTURE 20: Project development.

LECTURE 21: Project development.

LECTURE 22: Project development.