

# Testi del Syllabus

Resp. Did.	<b>MATRELLA Guido</b>	Matricola: <b>006145</b>
Anno offerta:	<b>2016/2017</b>	
Insegnamento:	<b>1002744 - ELETTRONICA DEI SISTEMI EMBEDDED</b>	
Corso di studio:	<b>5013 - INGEGNERIA ELETTRONICA</b>	
Anno regolamento:	<b>2015</b>	
CFU:	<b>9</b>	
Settore:	<b>ING-INF/01</b>	
Tipo Attività:	<b>B - Caratterizzante</b>	
Anno corso:	<b>2</b>	
Periodo:	<b>I° semestre</b>	
Sede:	<b>PARMA</b>	



## Testi in italiano

<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano
<b>Contenuti</b>	<p>I contenuti del corso sono i seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Introduzione ai Sistemi Embedded (SE)</li><li>- Caratteristiche di un SE: progettazione, mercato, e architettura dei SE</li><li>- Flusso di progettazione, partizionamento e co-design HW e SW dei SE</li><li>- Nozioni sulla progettazione dei SE</li><li>- Panoramica della componentistica tipica dei SE</li><li>- Esempi di protocolli di comunicazione wired: RS232/RS485, SPI, I2C, JTAG, CANbus, Ethernet, TCP/IP</li><li>- Esempi di protocolli di comunicazione wireless: ZigBee</li><li>- Soluzioni circuitali per l'alimentazione dei SE</li><li>- Soluzioni circuitali per l'interfacciamento dei SE</li><li>- Introduzione al linguaggio di descrizione HW Verilog: costrutti e circuiti di base, circuiti aritmetici, macchine a stati finiti.</li><li>- Introduzione alle logiche programmabili FPGA</li><li>- Accenni di Matlab come ausilio alla progettazione e simulazione dei SE</li><li>- Attività di progettazione di SE in laboratorio</li></ul>
<b>Testi di riferimento</b>	<p>Per la parte di teoria:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Designing Embedded Hardware, 2nd edition; John Catsoulis; O'Reilly Media</li><li>- Sistemi Embedded, Sviluppo Hardware e Software per sistemi dedicati; Carlo Brandolese, William Fornaciari; PEARSON Prentice Hall</li></ul> <p>Per le attività di laboratorio:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Progetto di sistemi elettronici digitali basati su dispositivi FPGA; Ettore Napoli; Progetto Leonardo; Esculapio Bologna</li><li>- Embedded SOPC Design with NIOS II Processor and Verilog examples, Embedded Systems &amp; Smart Cards; Pong P. Chu; Wiley</li></ul>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>1. Conoscenza e comprensione.</p> <p>Il corso 'Elettronica dei Sistemi Embedded' (63h-9CFU) offre un'ampia conoscenza sul tema dei SE che rappresentano il settore applicativo più diffuso per i moderni dispositivi elettronici. Durante il corso se ne studieranno le principali caratteristiche, le architetture, i componenti HW più utilizzati.</p> <p>In particolare si offriranno contenuti su:</p>

- Comprensione sul contesto dei SE
- Suddivisione in sotto-sistemi delle parti che costituiscono un SE
- Conoscenza dello specifico flusso di progettazione e della ripartizione delle funzioni principali fra circuiti dedicati e firmware per microprocessore
- Conoscenza dei principali protocolli di comunicazione usati nei SE, sia wired che wireless

## 2. Capacità di applicare conoscenza e comprensione.

Scopo del corso è quello di fornire gli strumenti per la progettazione dei SE. Per questo motivo, ampio spazio verrà dedicato ad attività di laboratorio.

Inoltre parte fondamentale dell'esame finale di verifica consiste nel progetto di un SE e della sua implementazione, che sarà poi collaudato mediante l'utilizzo di una scheda per prototipi basata su logica programmabile FPGA.

In particolare le capacità che lo studente dovrà acquisire sono le seguenti:

- capacità di definire le specifiche tecniche necessarie alla realizzazione di un determinato progetto (definizione degli I/O, individuazione dei più opportuni elementi di elaborazione, partizionamento HW/SW, .)
- capacità di implementare in Verilog la parte circuitale necessaria allo sviluppo del progetto
- capacità di scrivere in linguaggio C il firmware necessario allo svolgimento del progetto
- capacità di simulazione, implementazione e collaudo del progetto del SE mediante l'utilizzo di schede elettronica basate su FPGA

## 3. Capacità trasversali.

Durante le attività di laboratorio, gli studenti sono invitati a lavorare in piccoli gruppi.

Questo facilita lo sviluppo da parte degli studenti di competenze trasversali.

Essi devono imparare a confrontarsi, a risolvere problemi collaborando, ad aiutarsi reciprocamente nelle complesse attività di debug.

Inoltre devono cooperare per la scrittura della relazione descrittiva del progetto finale.

### Metodi didattici

Il corso è diviso in lezioni frontali e attività di laboratorio.

Nelle lezioni frontali si affronteranno i temi legati alla conoscenza teorica dei sistemi embedded.

Nelle attività di laboratorio si svilupperanno conoscenze relative:

- allo sviluppo di circuiti dedicati realizzati mediante il linguaggio di descrizione hardware Verilog
- alla scrittura di codice firmware per microprocessore in linguaggio C

Modalità di lavoro:

- le attività di laboratorio sono finalizzate alla realizzazione di un progetto pratico
- gli studenti possono lavorare al progetto assegnato in modo individuale o in piccoli gruppi
- ogni progetto deve essere descritto da una relazione scritta

### Altre informazioni

Materiale didattico e ulteriori informazioni sono reperibili sul sito:

<https://sites.google.com/site/laboratorioedse/>

### Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova finale dell'esame consiste in un esame orale.

In questa prova verranno discussi e valutati in modo approfondito:

1. la conoscenza degli argomenti teorici studiati a lezione
2. il progetto di un vero e proprio sistema embedded progettato e realizzato dallo studente (da solo o con un gruppo di lavoro) durante il corso

Il voto finale è dato dalla media delle due valutazioni.

La relazione deve essere consegnata almeno una settimana prima rispetto alla data dell'esame orale.

### Programma esteso

TEORIA:

- Introduzione al corso, alle attività di laboratorio e ai Sistemi Embedded (2h)
- Principali componenti HW dei SE (2h)
- Il tema del partizionamento HW e SW (2h)
- Circuiti per I/O ed introduzione al JTAG (2h)
- Introduzione ai SoC e ai SoC BUS (2h)
- Soluzioni per l'alimentazione di un SE (2h)

- I protocolli di comunicazione SPI e I2C (2h)
- La porta seriale UART - protocolli RS232, RS422, RS485 (2h)
- I Bus di campo: il protocollo CANBus(2h)
- Introduzione alle rete e protocolli IP (2h)
- Protocolli di comunicazione wireless (2h)
- Introduzione alle FPGA e al Flusso di Progettazione Digitale (2h)
- La Logica Programmabile FPGA Cyclone2 di Altera: analisi delle caratteristiche (2h)
- Cenni di crittografia e implementazioni HW (2h)
- Il linguaggio di descrizione Hardware Verilog (2h)

#### LABORATORIO:

- Descrizione della scheda ALTERA DEMO DE2 (2h)
- Il flusso di progetto di Quartus2 (2h)
- Esempi di circuiti realizzati in Verilog: FFD, Registri, Contatori, SHR, FSM. (4h)
- Progetto e implementazione di un Contatore-Esadecimale che visualizza l'uscita su un display a 7 segmenti. (4h)
- Descrizione Verilog dei principali circuiti aritmetici. (2h)
- Introduzione al processore RISC 32-bit NIOS2 (2h)
- Esercitazioni basate sul NIOS2 (6h)
- Attività di laboratorio relative allo sviluppo del progetto d'esame (10h)



## Testi in inglese

### Lingua insegnamento

Italian

### Contenuti

The course contents are as follows:

- Introduction to Embedded Systems (ES)
- Characteristics of an ES: design, market, and ES architecture
- Design Flow , HW/SW partitioning and ES co-design
- Elements of ES design
- Overview of the typical components of the ES
- Examples of wired communication protocols: RS232/RS485, SPI, I2C, JTAG, CANbus, Ethernet, TCP / IP
- Examples of wireless communication protocols: ZigBee
- Circuitual solutions for the power supply of ES
- Circuitual solutions for ES interfacing
- Introduction to Verilog hardware description language: constructs and basic circuits, arithmetic circuits, finite state machines.
- Introduction to the Field Programmable Gate Array (FPGA)
- Hints of Matlab as aid in the ES design and simulation
- Lab activities on the ES design

### Testi di riferimento

For the theoretical topics:

- Designing Embedded Hardware, 2nd edition; John Catsoulis; O'Reilly Media
- Sistemi Embedded, Sviluppo Hardware e Software per sistemi dedicati; Carlo Brandolese, William Fornaciari; PEARSON Prentice Hall

For support to laboratory activities:

- Progetto di sistemi elettronici digitali basati su dispositivi FPGA; Ettore Napoli; Progetto Leonardo; Esculapio Bologna
- Embedded SOPC Design with NIOS II Processor and Verilog examples, Embedded Systems & Smart Cards; Pong P. Chu; Wiley

### Obiettivi formativi

1. Knowledge and understanding

The course 'Electronics of Embedded Systems' (63h-9CFU) offers a wide knowledge on the ES which represent the most common application area for modern electronic devices. During the course, students will study the main characteristics of ES, the architectures of ES, and the main hardware components used in ES.

In particular, the content offered are:

- Understanding the context of SE
- Split into sub-systems of the parts of an SE

- Knowledge of the specific design flow and the allocation of the main functions between dedicated circuits and firmware for microprocessor
- Knowledge of the major communication protocols used in the SE, both wired and wireless

## 2. Applying knowledge and understanding

The aim of the course is to provide the tools for the design of the SE. For this reason, a large space will be devoted to laboratory.

In addition, a fundamental part of the final test consists of a SE project and its implementation, which will then be tested through the use of a board for prototypes based on FPGA programmable logic.

In particular, the skills that the student will acquire are the following:

- Ability to define the technical specifications needed to build a given project (definition of I/O, identification of the most appropriate processing elements, HW/SW partitioning, ...)
- Ability to implement the circuit in Verilog needed to develop the project
- Ability to write in C language firmware necessary for the performance of the project
- Simulation capabilities, implementation and testing of the design of SE through the use of an electronic board based on FPGA

## 3. Soft Skills and cross competencies.

During the lab activities, students are encouraged to work in small groups.

This facilitates the development of "soft skills".

They must learn to confront each other, to solve problems in a collaboratively way and to help each other in complex debugging tasks.

They must also cooperate in the writing of the report dedicated to the final project.

## Metodi didattici

The course is divided into lectures and laboratory activities.

The lectures will examine issues related to the theoretical knowledge of embedded systems.

In the laboratory will develop knowledge on:

- the development of dedicated circuits realized by Verilog hardware description language
- the writing of firmware code in C language for microprocessor

Work mode:

- Lab activities are aimed at the implementation of a practical project
- Students can work on the assigned project individually or in small groups
- Each project must be described by a written relation

## Altre informazioni

Teaching material and further information can be found at:

<https://sites.google.com/site/laboratorioedse/>

## Modalità di verifica dell'apprendimento

The final examination consists of an oral test.

In this test will be discussed and evaluated in detail:

1. The theoretical knowledge of the topics studied in class
2. The design of a real embedded system designed and implemented by the student (alone or with a group of work) during the course

The final valuation depend on the average of the two partial valuations.

A report, with the description of the implemented project, must be submitted at the teacher at least one week before the date of the oral exam.

## Programma esteso

THEORY:

- Introduction to the course, lab activities and Embedded Systems (2h)
- Key HW components of the ES(2h)
- The theme of HW/SW partitioning (2h)
- Circuits for I/O and introduction to the JTAG (2h)
- Introduction to SoC and SoC BUS (2h)
- Solutions for the supply of a ES (2h)
- Communication protocols SPI and I2C (2h)
- The serial port UART - protocols RS232, RS422, RS485(2h)
- The Fieldbus: CAN bus protocol (2h)
- Introduction to network and IP protocols (2h)
- Protocols for wireless communication (2h)
- Introduction to FPGA and Digital Design Flow (2h)
- The Programmable Logic FPGA from Altera Cyclone2: Analysis of characteristics (2h)

- Introduction to cryptography and HW implementation (2h)
- The Verilog Hardware Description Language (2h)

LABORATORY:

- Description of the ALTERA DE2 DEMO BOARD (2h)
- The flow of project Quartus2 (2h)
- Examples of circuits realized in Verilog: FFD, Registers, Counters, SHR, FSM (4h)
- Design and implementation of a counter-Hex that displays the output on a 7-segment display (4h)
- Description of the main Verilog arithmetic circuits (2h)
- Introduction to 32-bit RISC processor NIOS2 (2h)
- Exercises based on NIOS2 (6h)
- Laboratory activities relating to the development of the exam project (10h)