
Testi del Syllabus

Resp. Did. **SOZZI GIOVANNA** **Matricola: 006104**

Docente **SOZZI GIOVANNA, 9 CFU**

Anno offerta: **2016/2017**

Insegnamento: **1006696 - ELETTRONICA PER LE ENERGIE RINNOVABILI**

Corso di studio: **5013 - INGEGNERIA ELETTRONICA**

Anno regolamento: **2015**

CFU: **9**

Settore: **ING-INF/01**

Tipo Attività: **B - Caratterizzante**

Anno corso: **2**

Periodo: **II° semestre**

Sede: **PARMA**



Testi in italiano

Lingua insegnamento italiano

Contenuti

I) Introduzione alle tecnologie per la generazione distribuita di energia da fonti rinnovabili (sole, vento, maree), con particolare attenzione alla produzione d'energia tramite moduli fotovoltaici.

Processo di conversione dell'energia solare - Conversione fotovoltaica e limiti teorici alla conversione, definizioni fondamentali, materiali fotovoltaici.

Moduli fotovoltaici - Si analizzano alcune delle più importanti celle fotovoltaiche: celle solari in Silicio, a film sottile, multigiunzione, dye sensitized (cenni) e organiche (cenni).

Impianto fotovoltaico - I componenti fondamentali di un sistema fotovoltaico: moduli, inverter (per applicazioni off-grid and on-grid), sistemi di accumulo, controllori di carica.

Concentratori fotovoltaici: principio di funzionamento.

Sistemi di accumulo dell'energia elettrica.

Dimensionamento di un impianto fotovoltaico. Microgrids e smart grid.

II) Processo planare su silicio: si analizzano i vari passi del processo planare su silicio evidenziandone i limiti e le possibilità di miglioramento, applicando poi tali concetti al processo CMOS. I concetti di miniaturizzazione, integrazione e time to market vengono analizzati a partire dalle ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors), con particolare attenzione ai dispositivi MOSFET, alle memorie, e alle linee d'interconnessione e alle nuove strutture.

III) Si prevede l'utilizzo di strumenti CAD (esperienze di laboratorio) per:

a. l'analisi di celle solari e dispositivi elettronici per applicazioni di potenza, e

b. il progetto e dimensionamento di sistemi fotovoltaici e di accumulo dell'energia elettrica

Testi di riferimento

Argomenti trattati nella parte I (si veda la sezione "Contenuti"):

1) A. Luque and S. Hegedus, "Handbook of photovoltaic science and engineering", 2.ed, Wiley, 2011.

2) A. Keyhani, "Design of Smart Power Grid Renewable Energy Systems",

Wiley, 2011.

3) J. Momoh, "Smart Grid: fundamentals of design and analysis", Wiley, 2012.

4) R. Zito, "Energy Storage - A New Approach", Wiley, 2010.

Argomenti trattati nella parte II (si veda la sezione "Contenuti"):

5) S.M.Sze, "VLSI technology", McGraw-Hill Book Co., 1983

I libri 1) 2) 3) 5) si trovano nella Biblioteca di Ingegneria e Architettura.

Obiettivi formativi

1. CONOSCENZA E COMPrensIONE.

I principali obiettivi del corso sono:

I)

- fornire allo studente la conoscenza delle principali tecnologie per la conversione da fonti rinnovabili e le problematiche di accumulo dell'energia elettrica, nonché le prestazioni limite delle varie tecnologie;
- far conoscere allo studente alcune applicazioni a livello di sistema, per generare, trasmettere ed immagazzinare energia nelle reti elettriche intelligenti (Smart Grids), con particolare attenzione alla modalità di produzione ed accumulo dell'energia, ed alla comprensione delle principali problematiche ad esse legate.

- fornire le conoscenze di base per il dimensionamento e il progetto dei sistemi di conversione fotovoltaica con e senza batterie di accumulo.

II)

lo studio dei processi realizzativi dei dispositivi per l'elettronica, evidenzia come le scelte tecnologiche condizionino le prestazioni finali dei dispositivi, con particolare attenzione:

- allo studio e confronto tra le principali tecnologie per la realizzazione di celle solari;
- ai concetti di miniaturizzazione ed integrazione ed ai problemi di funzionamento ad essi legati;
- ai principi base di funzionamento di dispositivi alternativi al tradizionale CMOS realizzato con processo planare, es. FINFET, Strained Silicon, ecc.;
- all'analisi dei limiti delle soluzioni tecnologiche e al loro impatto sulle prestazioni finali dei dispositivi elettronici.

2. CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE .

La formazione si estende anche alla conoscenza e all'utilizzo pratico di strumenti CAD per la progettazione elettronica sia a livello di dispositivo che di sistema. In particolare lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze e comprensione acquisite:

I) a livello di sistema per:

- definire criteri progettuali per la realizzazione e il dimensionamento di sistemi di conversione fotovoltaica/accumulo sulla base delle prestazioni richieste e dei vincoli ambientali

II) a livello di dispositivo per:

- simulare il funzionamento termico e/o elettrico e/o ottico di un dispositivo elettronico;
- analizzare l'impatto dei diversi fattori, quali geometria, drogaggi, scelta dei materiali ecc., sulla prestazioni del dispositivo.

3. UTILIZZO DI COMPETENZE TRASVERSALI.

L'attività di laboratorio, spesso svolta in gruppi, stimola le competenze trasversali dello studente, ovvero la capacità di lavorare in gruppo, di comunicare in modo efficace con i colleghi e il docente, di organizzare il proprio lavoro, di gestire in modo ottimale il tempo.

Metodi didattici

Il corso è organizzato in lezioni orali nelle quali saranno spiegati gli argomenti indicati nel programma. Sono previste esercitazioni sui concetti presentati nella parte teorica, svolte alla lavagna dal docente.

E' prevista attività di laboratorio che consisterà nell'utilizzo di strumenti CAD per lo studio e ottimizzazione delle celle solari e dei dispositivi elettronici per applicazioni di potenza, nonché per il progetto e dimensionamento di sistemi di conversione fotovoltaica.

Altre informazioni

Materiale didattico di supporto alle lezioni preparato dal docente sotto forma di slides sarà scaricabile dagli studenti iscritti al corso da <http://elly.dii.unipr.it/>.

Modalità di verifica dell'apprendimento

La prova d'esame è orale e verterà sulla verifica delle conoscenze e comprensione da parte dello studente degli argomenti spiegati nel corso.

Programma esteso

I) Introduzione alle tecnologie per la generazione distribuita di energia da fonti rinnovabili: generazione da luce solare, vento e maree.

Processo di conversione dell'energia solare - Conversione fotovoltaica e limiti teorici alla conversione, definizioni fondamentali, materiali per applicazioni fotovoltaiche. (12 ore)

Moduli fotovoltaici - Si analizzano alcune delle più importanti celle fotovoltaiche dal punto di vista ottico ed elettrico: celle solari in Silicio, a film sottile (CIGS, CdTe), multigiunzione, dye-sensitized (cenni) e organiche (cenni).

(6 ore)

Problematiche inerenti la connessione in serie o in parallelo dei moduli PV.

Impianto fotovoltaico - I componenti fondamentali di un sistema fotovoltaico: moduli, inverter (per applicazioni off-grid and on-grid), sistemi di accumulo, controllori di carica.

Sistemi di accumulo dell'energia elettrica - accumulo di tipo chimico (idrogeno), elettrochimico (batterie), elettrico (supercapacitori) e meccanico (volani, aria compressa o bacini idroelettrici) e ambiti applicativi. Sistemi a batteria per impianti fotovoltaici stand-alone. (12 ore)

Dimensionamento di un impianto fotovoltaico con e senza batterie di accumulo. Analisi del sito, orientazione e tilt, ombreggiatura, considerazioni per il montaggio su tetto o a terra.

Concentratori fotovoltaici: principio di funzionamento, e caratteristiche principali.

Microgrids e smart grid: definizione e caratteristiche principali. (12 ore)

II) Processo planare su silicio: passi fondamentali.

Processi CMOS e SOI

Packaging dei dispositivi elettronici

Miniaturizzazione, integrazione e time to market: Scaling ideale e reale;

Effetti di canale corto: soluzioni tecnologiche e architetture. (6 ore)

III) Esperienze di laboratorio per:

a) l'analisi di celle solari e dispositivi elettronici per applicazioni di potenza, (8 ore) e

b) il progetto e dimensionamento di sistemi fotovoltaici e di accumulo dell'energia elettrica mediante strumenti CAD.(8 ore)

Durante le lezioni verranno inoltre svolte esercitazioni e presentati "Case Studies" sugli argomenti presentati nella parte teorica.



Testi in inglese

Lingua insegnamento

Italian

Contenuti

I) Introduction to renewable energy source (sun, wind, sea) generation technologies; The solar energy conversion process .

Photovoltaic modules. Silicon Based, thin-film, multijunction solar cells. Organic and dye sensitized cells.

Photovoltaic system - main components: modules, inverter (off-grid and on-grid applications), storage systems, charge controllers. Photovoltaic concentrators. Energy storage systems.

Sizing a PV system. Microgrid and smart grid: main definitions and characteristics.

II) Silicon planar process: the different steps of silicon planar process are analyzed showing the main technological constraints and the improvement capabilities; the CMOS process is studied in detail. The scaling, integration and time to market concepts in semiconductor

industry are presented starting from ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors), with special attention to MOSFET devices, semiconductor memories, and interconnection lines and new structures.

III) Advanced CAD tools will be used to:

- a) analyze solar cell and power electron device, and
- b) design and size photovoltaic and storage systems.

Testi di riferimento

Topics treated in part I (see section "Contenuti"):

- 1) A. Luque and S. Hegedus, "Handbook of photovoltaic science and engineering", 2.ed, Wiley, 2011.
- 2) A. Keyhani, "Design of Smart Power Grid Renewable Energy Systems", Wiley, 2011.
- 3) J. Momoh, "Smart Grid: fundamentals of design and analysis", Wiley, 2012.
- 4) R. Zito, "Energy Storage - A New Approach", Wiley, 2010.

Topics treated in part II (see section "Contenuti"):

- 5) S.M.Sze, "VLSI technology", McGraw-Hill Book Co., 1983
- Books 1) 2) 3) 5) are in the "Engineering and Architecture" library.

Obiettivi formativi

1. KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING.

The main course objectives are:

I)

- to provide students the knowledge of the main technologies for renewable sources conversion and storage systems, and their best performances.
- to show students some examples of systems to generate, transmit and store energy in the Smart-grids, with special attention to the way energy is produced and stored and to the related issues.
- to give students the knowledge to size and design photovoltaic systems with and without battery banks.

II)

The knowledge of the main technologies of electronic and optoelectronic devices shows how the technological choices affect the final device performance, in particular:

- device scaling and integration and related issues;
- state-of-the-art MOSFETs, memories, interconnection lines which will be analyzed from the point of view of materials, technologies and processes;
- basic operating principles of devices beyond traditional planar CMOS, as FINFET, strained Silicon, etc. ;

2. APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING. The student will learn to use CAD tools for electronic design both at device and system level. In particular, the student will be able to use the acquired knowledge and abilities:

I) at system level

- to design and size photovoltaic and storage systems on the basis of required performance and environmental restriction.

II) at device level

- to model and simulate the thermal and/or electrical and/or optical behavior of an electronic device;
- to analyze the impact of different factors as the geometry, doping, material choice etc. on the final performance of electronic devices;

3. SOFT-SKILLS USAGE. The laboratory activity, usually carried on in small group, is also a mean to stimulate the student soft skills that is the ability to group working, to interact effectively with coworkers and teacher, to schedule the work and optimize the time required by the activity.

Metodi didattici

The course is organized in traditional classroom lessons based on the topics listed in the course program section.

The teacher will provide to students exercises on topics illustrated during the theoretical part of the course .

A CAD based laboratory activity directed towards the study and optimization of solar cell and power electron devices, as well as to design and size photovoltaic systems, will be part of course program.

Altre informazioni

Slides about arguments treated during the course will be prepared by the teacher and made available to students. The download of slides will be allowed for registered students from <http://elly.dii.unipr.it/>.

Modalità di verifica dell'apprendimento

The exam is oral and will verify the knowledge and understanding of the topics presented during the course.

Programma esteso

I) The solar energy conversion process - photovoltaic conversion, theoretical limits of PV conversion, main definitions, material for photovoltaic applications; (12 hours)

Photovoltaic modules -solar cells based on different technologies will be analyzed both optically and electrically: Silicon, thin film (CdTE, CIGS), multijunction, dye-sensitized and organic cells will be introduced. (6 hours)

Photovoltaic system - main components: modules, inverter (off-grid and on-grid applications), storage systems, charge controllers.

Energy storage systems: chemical (hydrogen), electrochemical (battery), electrical (supercapacitor) and mechanical (flywheel, pumped hydro, compressed air); battery banks for PV stand-alone systems. (12 hours)

Sizing a PV system - system design considerations: site analysis and location, orientation and tilt, shading.

Microgrid and smart grid: main definitions and characteristics.

Photovoltaic concentrators: main definitions and characteristics. (12 hours)

II) Silicon planar process: main steps.

CMOS e SOI processes.

Electronic devices packaging.

Scaling, integration and time to market: Ideal and real scaling: definition, limits and comparison;

Short channel effect: technological and architectural solutions. (6 hours)

III) Advanced CAD tools will be used to:

a) analyze solar cell and power electron device /with Sentaurus -tcad software), (8 hours) and

b) design and size photovoltaic and storage systems (with Matlab/Simulink).(8 hours)

Case Studies and exercises will be carried out.