

# SCHEDA DELL' INSEGNAMENTO DI SISTEMI FOTOVOLTAICI E DIAGNOSTICA DEGLI IMPIANTI

(TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE: PHOTOVOLTAIC SYSTEMS AND DIAGNOSTICS)

Corso di Laurea di  
INGEGNERIA ENERGETICA

Insegnamento

M Triennale/Magistrale A.A. 2024/2025

Docente: prof. Silvano Vergura

☎ 080 - 5963590

email: silvano.vergura@poliba.it

SSD

CFU

Anno di corso (I, II o III)

Semestre (I o II)

Insegnamenti propedeutici previsti: non sono previste propedeuticità.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

NB I risultati di apprendimento attesi sono quanto lo Studente dovrà conoscere, saper utilizzare ed essere in grado di dimostrare al termine del percorso formativo relativo all'insegnamento in oggetto. Essi devono essere pertanto descritti "per punti" elencando le principali conoscenze e capacità che lo studente avrà acquisito al termine del corso. Nella descrizione delle conoscenze e delle capacità occorre prestare attenzione ai seguenti aspetti:

- verificare che i risultati di apprendimento attesi siano coerenti con gli obiettivi formativi specifici del Corso di Studio riportati in allegato a
- verificare che vi sia adeguata corrispondenza tra le conoscenze e le capacità e gli argomenti descritti nella sezione relativa al Programma;
- verificare che i risultati di apprendimento inseriti nella scheda siano corrispondenti con quanto riportato nella Scheda Unica del CdS, Quadro A4.b.2. In tale sezione viene delineato un primo quadro dei risultati di apprendimento attesi, suddivisi per gruppi di insegnamenti (attività formative di base, attività formative caratterizzanti, attività formative affini e integrative). Si veda allegato b
- verificare, soprattutto nel caso di insegnamenti legati da vincoli di propedeuticità, che i risultati di apprendimento attesi in relazione all'insegnamento "che precede" costituiscano i necessari requisiti preliminari per i risultati di apprendimento relativi all'insegnamento "che segue"

### Conoscenza e capacità di comprensione (max 4 righe, Times New Roman 10)

Il corso si prefigge di fornire conoscenze sui sistemi fotovoltaici e sulle metodologie di diagnostica di sistemi in esercizio. Si forniscono conoscenze, che spaziano dalla singola cella fotovoltaica a sistemi complessi, dotati di accumulo elettrico. I concetti teorici sono affiancati da criteri di progettazione, applicazioni e studio di casi reali

### Knowledge and ability to understand

The course aims to provide knowledge on photovoltaic systems and on diagnostic of photovoltaic systems. Knowledge is provided, ranging from a single photovoltaic cell to complex systems, equipped with electrical storage. Theoretical concepts are supported by design criteria, applications, and real case-studies.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione (max 4 righe, Times New Roman 10)

Al termine del corso gli allievi saranno in grado di applicare i principali criteri di progettazione di un sistema fotovoltaico, di effettuare un'analisi di producibilità energetica, e di supervisionare un sistema fotovoltaico in esercizio.

### Ability to apply knowledge and understanding

At the end of the course, students will be able to apply the main design criteria of a photovoltaic system, to carry out an energy producibility analysis, and to supervise a photovoltaic plant during its operation.

### Eventuali ulteriori risultati di apprendimento attesi, relativamente a:

**Autonomia di giudizio:** Lo studente acquisirà autonomia di giudizio sulle tecniche più idonee per lo studio e la progettazione funzionale sistemi complessi.

**Abilità comunicative:** Lo studente acquisirà una corretta terminologia tecnica ed una adeguata capacità di comunicazione. Lo sviluppo di abilità comunicative, orali e scritte, sarà anche stimolata attraverso la discussione in aula e lo svolgimento di temi finalizzati a sviluppare le capacità descrittive sia in forma testuale che grafica.

**Autonomy of judgment:** The student will acquire judgement ability on those techniques more suitable to carry out the functional design of complex mechanical systems and machine components.

**Communication skills:** The student will acquire the right technical terminology and adequate communication ability. The development of spoken and written communications abilities will be also stimulated through the discussions in the classroom and through the assignments of home-project aimed at developing communication both textual and graphical capabilities.

# SCHEDA DELL' INSEGNAMENTO DI SISTEMI FOTOVOLTAICI E DIAGNOSTICA DEGLI IMPIANTI

(TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE: PHOTOVOLTAIC SYSTEMS AND DIAGNOSTICS)

Corso di Laurea di  
INGEGNERIA ENERGETICA

Insegnamento

Triennale/Magistrale A.A. 2024/2025

**PROGRAMMA** (in italiano, min 10, max 15 righe, Times New Roman 10, raggruppando i contenuti al massimo in 10 argomenti)

**1. CONTESTO ENERGETICO DI RIFERIMENTO (5h, 0.5 CFU):** Situazione energetica italiana ed europea. Solare fotovoltaico in Italia e trend di sviluppo. Strumenti normativi di riferimento: PNIEC e PNRR. Radiazione solare, costante solare, air mass, sfera celeste, equatore celeste, eclittica, declinazione terrestre, posizione reciproca Sole-Terra, mappa solare italiana.

**2. PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO E CARATTERISTICHE ELETTRICHE DI UNA CELLA FOTOVOLTAICA (10h, 1 CFU):** Effetto fotoelettrico ed effetto fotovoltaico in una giunzione p-n. Cella, modulo, pannello, stringa e campo fotovoltaico. Modello circuitale a un diodo e a due diodi della cella fotovoltaica. Curve caratteristiche I-V e P-V di una cella fotovoltaica. Dipendenza dalle condizioni ambientali. STC, NOCT e NMOT.

**3. DALLA CELLA FOTOVOLTAICA AL SISTEMA FOTOVOLTAICO (20h, 2 CFU):** Connessione tra le celle, tra i moduli, tra le stringhe, e corrispondenti curve I-V e P-V. Impianto connesso alla rete o in isola. Diodi, sistema di conversione CC/CA centralizzato/distribuito, trasformatore di potenza, quadri di parallelo/campo/protezione/interfaccia. Sistema di accumulo di energia. Sistema fotovoltaico fisso, ad inseguimento solare mono-assiale o bi-assiale. Inter-distanza tra le stringhe. Tecnologie per il modulo: mono- e poli-cristallino, film sottile, polimeri, a singola/doppia/tripla giunzione, mono- o bi-facciale. Criteri di progettazione. Esempi applicativi e simulazione di sistemi FV in ambiente Matlab/Simulink.

**4. PRESTAZIONI ENERGETICA E DIAGNOSTICA (20h, 2 CFU):** Analisi di producibilità e indici di prestazione: efficienza, Yr, Yf, PR. Tipologie di perdite. Concetti di monitoraggio e supervisione di un sistema fotovoltaico. Costellazione di impianti supervisionati. Guasti e difetti tipici di usura o invecchiamento. Statistica per la diagnostica predittiva dei guasti. Analisi all'infrarosso per la diagnostica di difettosità di moduli FV, secondo standard internazionali. Droni per la diagnostica di impianti fotovoltaici estesi. Repowering e revamping.

**5. NUOVE FRONTIERE PER IL FOTOVOLTAICO (5h, 0.5 CFU):** Vetro fotovoltaico trasparente e semitrasparente, pellicole fotovoltaiche. Fotovoltaico per gli edifici: BIPV e BAPV. Fotovoltaico per l'aerospazio. Materiali innovativi.

**CONTENTS** (in English, min 10, max 15 lines, Times New Roman 10, )

**1. ENERGY CONTEXT (5h, 0.5 ECTS):** Italian and European energy context. Photovoltaic plants in Italy and development trends. PNIEC and PNRR. Solar radiation, solar constant, air mass, celestial sphere, celestial equator, ecliptic, terrestrial declination, Sun-Earth reciprocal position.

**2. OPERATING PRINCIPLE AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF A PHOTOVOLTAIC CELL (10h, 1 ECTS):** Photoelectric and photovoltaic effect in a p-n junction. Cell, module, panel, string and photovoltaic field. One-diode and two-diode circuit model of the photovoltaic cell. Characteristic curves I-V and P-V of a photovoltaic cell. Dependence on environmental conditions. STC, NOCT and NMOT.

**3. FROM THE PHOTOVOLTAIC CELL TO THE PHOTOVOLTAIC SYSTEM (20h, 2 ECTS):** Connection between cells, between modules, between strings, and corresponding I-V and P-V curves. Grid-connected and stand-alone PV system. Diodes, centralized or distributed conversion system, power transformer, parallel/field/protection/interface panels. Energy storage system. Fixed, mono-axial or bi-axial solar tracking system. Inter-distance between strings. Technologies: mono- and poly-crystalline, thin film, polymers, single/double/triple junction, mono- or bi-facial PV module. Design criteria. Applications and simulations of PV systems in Matlab/Simulink environment.

**4. ENERGY PERFORMANCE AND DIAGNOSTICS (20h, 2 ECTS):** Producibility analysis and performance indices: efficiency, Yr, Yf, PR. Types of losses. Monitoring and supervision of a photovoltaic system. Constellation of supervised plants. Typical failures and defects due to wear or aging. Statistics for predictive maintenance. Infrared analysis for fault detection of PV modules and diagnostics, according to international standards. Drones for diagnostics of large photovoltaic systems. Repowering and revamping.

**5. NEW FRONTIERS FOR PHOTOVOLTAICS (5h, 0.5 ECTS):** Transparent and semi-transparent photovoltaic glass, photovoltaic films. Photovoltaics for buildings: BIPV and BAPV. Photovoltaic for aerospace. Innovative materials.

## PREREQUISITI

Elettrotecnica, Analisi matematica, Fisica, Chimica.

Electrotechnics, Mathematical analysis, Physics, Chemistry.

**MATERIALE DIDATTICO** (max 4 righe, Times New Roman 10)

1. Caffarelli, De Simone, Pignatelli, Tsolakoglou, **Sistemi Fotovoltaici. Progettazione, Gestione, Manutenzione Impiantistica**, Maggioli Editore, 2021.
2. Francesco Groppi e Carlo Zuccaro, **Impianti Solari fotovoltaici a norme CEI**, Editoriale Delfino, 2011.

# SCHEDA DELL' INSEGNAMENTO DI SISTEMI FOTOVOLTAICI E DIAGNOSTICA DEGLI IMPIANTI

(TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE: PHOTOVOLTAIC SYSTEMS AND DIAGNOSTICS)

Corso di Laurea di  
INGEGNERIA ENERGETICA

Insegnamento

Triennale/Magistrale A.A. 2024/2025

## MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	
Discussione di elaborato progettuale		
Altro, specificare		

Solo scritta	

Solo orale	X

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
---	---------------------	--

A risposta libera	
-------------------	--

Esercizi numerici	
-------------------	--

(\*) E' possibile rispondere a più opzioni

## MODALITA' DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO E REQUISITI MINIMI DI APPRENDIMENTO

L'esame prevede una prova orale che intende verificare le conoscenze dello studente in relazione alla capacità di sintetizzare ed integrare gli argomenti trattati nel corso, verificando il livello di comprensione dell'argomento e l'utilizzo della terminologia appropriata.

The exam includes an oral examination to verify the student's knowledge and understanding of the topics covered and its ability in making use of the right terminology and technical language.