



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2023/2024
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2023/2024
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	ELECTRONICS ENGINEERING
<b>INSEGNAMENTO</b>	PHOTOVOLTAIC DEVICES AND TECHNOLOGIES
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	C
<b>AMBITO</b>	20925-Attività formative affini o integrative
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	19641
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-INF/01
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	CRUPI ISODIANA      Professore Associato      Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	54
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	
<b>ANNO DI CORSO</b>	1
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	1° semestre
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>CRUPI ISODIANA</b> Martedì    17:00    19:00    Viale delle Scienze, Building 9, 2nd floor, room U218

<p><b>PREREQUISITI</b></p>	<p>Per il proficuo raggiungimento degli obiettivi prefissati lo studente deve possedere buone conoscenze di Matematica, Fisica ed Elettronica.</p>
<p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p>	<p>- Conoscenza e capacità di comprensione L'allievo, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e capacità di comprensione su: caratteristiche fondamentali e principio di funzionamento di celle solari di più comune impiego; varie tecnologie ed innovazioni per il fotovoltaico del futuro, modalità di funzionamento di strumentazione di laboratorio e delle relative tecniche sperimentali per la caratterizzazione di dispositivi fotovoltaici; progettazione, analisi e caratterizzazione di dispositivi e sistemi fotovoltaici; comprenderà i principi fisici e la fisica matematica utile alla comprensione dei fenomeni di conversione energetica; sarà consapevole del contesto scientifico multidisciplinare che abbraccia il settore dell'Ingegneria.</p> <p>- Capacità di applicare conoscenza e comprensione L'allievo, al termine del corso, sarà in grado di: identificare, formulare e analizzare le problematiche fondamentali connesse con i dispositivi e i sistemi fotovoltaici, utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati; comprendere i fenomeni, i circuiti ed i sistemi fotovoltaici; conoscere le grandezze fisiche e la terminologia; comprendere l'utilizzo dei circuiti elettronici nell'ambito del solare fotovoltaico.</p> <p>- Autonomia di giudizio L'allievo avrà acquisito l'autonomia necessaria per impiegare correttamente i circuiti studiati a lezione.</p> <p>- Abilità comunicative Lo studente sarà in grado di: acquisire la capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti il fotovoltaico; conoscere le grandezze fisiche e la terminologia del settore; di sostenere conversazioni su tematiche attuali che riguardano le problematiche energetiche; di discorrere con competenza su anche con non addetti ai lavori.</p> <p>- Capacità d'apprendimento L'allievo sarà in grado di: affrontare lo studio dei sistemi fotovoltaici; riconoscere la necessità dell'apprendimento autonomo durante tutto l'arco della vita; effettuare ricerche bibliografiche in maniera autonoma; leggere in maniera autonoma un testo specialistico e comprenderlo; seguire seminari e workshop e comprendere le relazioni orali e gli atti pubblicati.</p>
<p><b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b></p>	<p>Prova orale con presentazione Power Point La valutazione dell'apprendimento verrà effettuata mediante esercitazioni scritte svolte durante il corso ed una prova orale finale, affiancata da una presentazione Power Point. La presentazione Power Point, su un tema scelto dallo studente, può essere realizzata dal singolo studente o all'interno di un piccolo gruppo (massimo quattro) per agevolare l'apprendimento cooperativo. La prova finale orale consiste di una serie di quesiti volti ad accertare il possesso delle competenze e delle conoscenze disciplinari previste dal corso. Per ogni quesito lo studente dovrà, anzitutto, inquadrare l'argomento nell'ambito del corso, illustrarne il significato e l'importanza, ad esempio mediante definizioni formali e ambiti applicativi, definire le metodologie di studio e gli eventuali limiti di validità. Infine, dovrà esporre l'argomento con proprietà di linguaggio e fluidità di trattazione analitica. Al termine della prova orale, la Commissione esaminatrice comunica allo studente se l'esame è stato superato. In caso di esito positivo, la Commissione attribuisce allo studente un voto sulla base dei seguenti criteri di valutazione:</p> <p><b>ECCELLENTE (30 - 30 e lode):</b> lo studente dimostra una eccellente conoscenza e padronanza dei contenuti del corso, eccellente capacità analitica, lo studente è in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti. La lode è riservata solo agli studenti che si dimostrano particolarmente brillanti nell'esposizione oltre che nello svolgimento delle prove scritte durante il corso.</p> <p><b>OTTIMO (28 - 29):</b> lo studente dimostra ottima padronanza degli argomenti, piena proprietà di linguaggio, capacità analitico-sintetica ed in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti.</p> <p><b>BUONO (26 - 27):</b> lo studente dimostra una buona padronanza degli argomenti e buone capacità elaborative. Lo studente è in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti, sebbene con qualche incertezza. Le capacità espositive possono non essere ottimali.</p> <p><b>DISCRETO (24-25):</b> lo studente dimostra una discreta conoscenza di base dei principali argomenti, una discreta proprietà di linguaggio e una limitata capacità di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti.</p> <p><b>SODDISFACENTE (21 - 23):</b> lo studente non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, ha una soddisfacente proprietà di linguaggio e una scarsa capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite.</p> <p><b>SUFFICIENTE (18 - 20):</b> lo studente dimostra una minima conoscenza degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. Si evidenziano parecchie lacune nella comprensione del soggetto trattato.</p> <p><b>INSUFFICIENTE:</b> Non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli</p>

	argomenti trattati nell'insegnamento e/o non ha studiato deliberatamente alcuni argomenti della materia.
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	Presentare i molteplici aspetti della tecnologia fotovoltaica, partendo dalle proprietà della luce solare e dagli aspetti legati alla fisica delle celle solari e proseguendo con un approccio di tipo circuitale per poter descrivere a livello di sistema il comportamento di un campo fotovoltaico. Obiettivo del corso è far acquisire le conoscenze specifiche per il progetto, l'analisi e la caratterizzazione di dispositivi fotovoltaici.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni ed esercitazioni frontali, esperimenti in laboratorio. Il corso sarà tenuto in lingua inglese.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	Materiale didattico di riferimento sugli argomenti svolti nel corso delle lezioni e sulle applicazioni sviluppate nelle esercitazioni verrà reso disponibile dal docente sul sito del corso. I testi ausiliari sono: "Solar Energy: The Physics and Engineering of Photovoltaic conversion, Technologies and Systems", Arno Smets, Klaus Jäger, Olindo Isabella, Renè van Swaaij, Miro Zeman, Publisher: UIT Cambridge Ltd ISBN: 978-1906860325 (gratis in EBOOK); accessible at UNIPA Discovery Service. <a href="http://www.pveducation.org/">http://www.pveducation.org/</a> Massive Open Online Course (MOOC), on Solar Energy given by Arno Smets on the edX.org platform.

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Introduzione al corso. Fonti energetiche e problematiche ambientali. Passato e presente del fotovoltaico
4	Principio di funzionamento di una cella solare. Proprieta' della radiazione solare.
4	Cenni sulla fisica dei semiconduttori, processi di generazione e ricombinazione di coppie e-h, giunzione a semiconduttore
4	Parametri di una cella solare e circuito equivalente.
4	Limiti dell'efficienza. Meccanismi di perdita. Progettazione di celle solari
10	Record di efficienza per le celle solari. Tecnologie fotovoltaiche: basate su c-Si, a film sottile e concetti di terza generazione.
6	Sistemi fotovoltaici: componenti e progettazione
ORE	Esercitazioni
8	Esercizi sull'analisi ed il progetto dei circuiti illustrati a lezione
ORE	Laboratori
6	Attivita' di laboratorio su celle commerciali e sperimentali
ORE	Altro
4	Visita presso realta' locali operanti nel settore fotovoltaico.