



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2016/2017
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2017/2018
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	INGEGNERIA ELETTRICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	SMART-GRID AND DEDICATED MEASUREMENT SYSTEMS C.I.
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	18058
<b>MODULI</b>	Si
<b>NUMERO DI MODULI</b>	2
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-INF/07, ING-IND/33
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	CATALIOTTI ANTONIO Professore Ordinario Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	RIVA SANSEVERINO Professore Ordinario Univ. di PALERMO ELEONORA CATALIOTTI ANTONIO Professore Ordinario Univ. di PALERMO
<b>CFU</b>	12
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	
<b>ANNO DI CORSO</b>	2
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Annuale
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<p><b>CATALIOTTI ANTONIO</b> Lunedì 11:00 13:00 Laboratorio di misure Mercoledì 11:00 13:00 Laboratorio di misure</p> <p><b>RIVA SANSEVERINO ELEONORA</b> Lunedì 12:00 13:00 DEIM, Ed 9 - Viale delle scienze - II piano Giovedì 12:30 13:30 Polo didattico Caltanissetta</p>

<b>PREREQUISITI</b>	Conoscenze di sistemi elettrici e di misure elettriche
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p><b>D.1: CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPrensIONE</b>          Lo studente, al termine del corso, avra' acquisito conoscenze e capacita' di comprensione relativamente: alle principali questioni tecniche e di mercato riguardanti le reti intelligenti ed i moderni sistemi di potenza in presenza di alta penetrazione di energia generata da fonti rinnovabili non programmabili ed ai principali sistemi di misura e comunicazione per la gestione ed il monitoraggio di una smart grid.</p> <p><b>D.2: CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE</b>          Lo studente avra' la capacita' di applicare le conoscenze e abilita' acquisite per risolvere problemi relativi alle smart grid ed ai relativi sistemi di misura e di telecomunicazione.</p> <p><b>D.3: AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b>          Lo studente avra' la capacita' di valutare le necessita' di una smart grid e dei necessari sistemi di misura e comunicazione in modo sistematico anche nel caso di informazioni incomplete.</p> <p><b>D.4: ABILITA' COMUNICATIVE</b>          Lo studente sara' in grado di interloquire, con esperti o non esperti e con chiarezza e proprieta' di linguaggio, in merito a informazioni, idee, problemi e soluzioni riguardanti le smart grid sia dal punto di vista della gestione che dei sistemi di misura e di comunicazione.</p> <p><b>D.5: CAPACITA' D'APPRENDIMENTO</b>          Lo studente sviluppera' capacita' metodologiche, di collegamento e di rielaborazione delle conoscenze acquisite in merito alle smart grid e agli ambiti interdisciplinari ad essi correlati. Tali capacita' gli consentiranno di affrontare gli studi successivi o l'attivita' professionale con alto grado di autonomia e in numerosi contesti, in cui le conoscenze e abilita' maturate possono trovare applicazione.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p><b>MODALITA' DI ESAME:</b>          Prova orale per ciascun modulo.</p> <p>La prova orale consiste in un colloquio, con domande a risposta aperta, sull'intero programma del modulo.          Nella prova orale si valutano:          - conoscenza e comprensione dei contenuti del corso e capacita' di applicare tali competenze a problematiche ed applicazioni in ambiti propri del corso e/o ad esso correlati;          - proprieta' di linguaggio e chiarezza espositiva e di argomentazione; capacita' di collegare e rielaborare le proprie conoscenze e di orientarsi e formulare giudizi in contesti disciplinari e/o interdisciplinari.</p> <p>Entrambe le prove sono valutate in trentesimi.          Il voto minimo per superare ciascuna prova e' 18/30.          Il voto finale e' la media dei voti conseguiti nelle due prove.</p> <p><b>CRITERI DI VALUTAZIONE</b>          Per ciascuna prova, l'attribuzione del voto dipende dal livello complessivo dei risultati raggiunti. Gli elementi che concorrono alla formazione del voto sono riconducibili al seguente schema (vedi quadro dei risultati di apprendimento attesi, descrittori D.1-D.5).</p> <p><b>28-30 / 30 e lode</b>          D.1/D.2: piena padronanza dei contenuti; assenza di errori; correzione di imprecisioni o integrazione delle risposte in autonomia; corretta e rigorosa impostazione dei problemi; soluzioni complete, corrette ed efficaci; elementi di originalita'          D.3/D.4/D.5: efficace rielaborazione delle conoscenze, autonomia e coerenza nell'orientarsi o esprimere giudizi in contesti disciplinari/interdisciplinari; ottima chiarezza espositiva, argomentazioni articolate; piena proprieta' di linguaggio.</p> <p><b>24-27</b>          D.1/D.2: buona padronanza dei contenuti; pochi lievi errori/omissioni, correzioni/integrazioni parzialmente guidate; buona impostazione dei problemi, soluzioni sostanzialmente corrette.          D.3/D.4/D.5: buona coerenza nel collegare i concetti e nell'orientarsi in ambiti disciplinari o ad essi correlati; buona chiarezza nell'esposizione, corretta proprieta' di linguaggio.</p> <p><b>18-23</b>          D.1/D.2: sufficiente conoscenza dei contenuti, accettabile approccio ai problemi,</p>

	<p>soluzioni complessivamente adeguate; limitata autonomia, errori/omissioni non gravi;  D.3/D.4/D.5: coerenza nell'orientarsi e collegare i concetti in ambito disciplinare, sebbene in modo incerto e guidato; sufficiente proprietà di linguaggio, esposizione accettabile.</p> <p>inferiore a 18 (voto non attribuito)  D.1-D.5: risultati di apprendimento non sufficienti.  Il voto finale sarà dato dalla media dei due voti ottenuti nei due moduli.</p>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	<p>Lezioni frontali, esercitazioni, sviluppo e analisi di progetti/casi di studio e loro discussione in aula. Il modulo relativo alle smart grid si svolgerà nel I semestre mentre quello relativo ai sistemi di misura per le smart grid si svolgerà nel secondo semestre</p>

## MODULO DEDICATED MEASUREMENT SYSTEMS

*Prof. ANTONIO CATALIOTTI*

### TESTI CONSIGLIATI

Course teaching material provided by the professor

J.A. Momoh, "Smart Grid. Fundamentals of Design and Analysis", John Wiley & Sons Inc., 2012.

B. M. Buchholz, Z. Styczynski, "Smart Grids – Fundamentals and Technologies in Electricity Networks", Springer, 2014

J. Ekanayake et al, "Smart Grid. Technology And Applications", John Wiley & Sons Inc., 2012.

<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50363-Ingegneria elettrica
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE</b>	54

### OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Conoscere le principali caratteristiche e tipologie di strumenti e metodi di misura nei sistemi elettrici di potenza e nelle smart grid, nonché i criteri essenziali per la loro scelta, utilizzo e gestione, con particolare riguardo alla power quality ed alle misure di energia.

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
8	Misura di potenza e di energia. Fondamenti sulla power quality e relative problematiche di misura. Classificazione dei disturbi di power quality e sulle armoniche. Standards sulle misure di energia, power quality e sulle armoniche. Misure di potenza ed energia in condizioni di non sinusoidalità.
8	Trasduttori di corrente e di tensione. Caratterizzazione metrologica in presenza di distorsione armonica. Trasformatori volmetrici ed amperometrici di misura (TA e TV). Shunts e divisori di tensione. Trasduttori ad effetto Hall. e bobine di Rogowski. Analizzatori di potenza. Phasor Measurement Units (PMU). Smart meters. Interface devices. Intelligent electronic devices (IED). Smart protection systems.
8	Sistemi di misura per le smart grids. Sistemi di misura a microprocessore e schede di acquisizione dati. Sistemi modulari (PXI, VXI, LXI). Controllo remoto della strumentazione di misura. Sistemi di misura distribuita. Comunicazioni seriali e parallele (IEEE 488, USB, Field bus, etc)
12	Architetture di sistemi di misura e di comunicazione per le smart grids. Sistemi SCADA. Protocolli di comunicazione. Smart metering. Smart metering technologies. Automated Meter Reading (AMR). (AMI – Advanced Metering Infrastructure) for the development of demand response functionalities. Building management systems (BMS).
4	Measurement networks. Wireless and power line communication technologies for metering and monitoring applications.
ORE	Esercitazioni
14	Esempi di sistemi di smart metering e di monitoraggio per smart grids. Case studies and projects analyses.

## MODULO SMART-GRID

Prof.ssa ELEONORA RIVA SANSEVERINO

### TESTI CONSIGLIATI

Materiale didattico elaborato dalla docente  
Smart grid technology and applications Ed. Wiley - 2012 - J. Ekanayake, K. Lyanage, J Wu, A Yokoyama, N. Jenkins  
Smart rules for smart cities Ed. Springer - 2015 - E. Riva Sanseverino, R. Riva Sanseverino, V. Vaccaro, G. Zizzo  
(integrativo)  
Atlante delle smart city, Terza edizione - 2015 - Ed. Francoangeli (integrativo)

TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50363-Ingegneria elettrica
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	103
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	47

### OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

I principali obiettivi formativi sono l'acquisizione di nozioni avanzate su tecnologie per i moderni sistemi di potenza e tecniche per l'analisi delle loro architetture rilevanti. Piu' in dettaglio, lo studente avra' acquisito conoscenze sulle principali questioni tecniche e di mercato riguardanti le reti intelligenti ed i moderni sistemi di potenza in presenza di alta penetrazione di energia generata da fonti rinnovabili non programmabili. Lo studente sara' in grado di modellare i diversi componenti che iniettano o assorbono energia dalla rete. Lo studente sara' in grado di formulare problemi di ottimizzazione per le reti intelligenti e avra' acquisito la conoscenza delle tecniche di ottimizzazione piu' rilevanti.

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Introduzione alle smart grids. Motivazioni. Tecnologie abilitanti. Obiettivi ambientali.
4	Principali componenti delle moderne reti di potenza: generatori, carichi e sistemi di accumulo
12	Funzioni esplicate dalle smart grids: funzioni tecniche (regolazione, protezioni, diagnostica predittiva, ottimizzazione dell'esercizio) e funzioni guidate dal mercato (Virtual Power Plants, Real Time Pricing, Demand Response, Aggregazione di carico, ...)
2	standard tecnici
12	Nozione di ottimizzazione. Algoritmi di ottimizzazione lineare, non lineare, euristica. Ottimizzazione multi-obiettivo
4	Architetture notevoli di smart grid: Microgrids e Virtual Power Plants
4	Comunita' intelligenti. La gestione integrata dei servizi urbani e la disponibilita' di risorse rinnovabili nei distretti urbani. Multi-carrier energy hubs e distretti urbani.
ORE	Esercitazioni
14	Esercitazioni su esercizio ottimo nelle smart grids. Formulazione di un problema di ottimo esercizio e identificazione di algoritmi di ottimizzazione adeguati.