

# Testi del Syllabus

Resp. Did.	<b>PICCHI Giorgio</b>	Matricola: <b>004199</b>
Anno offerta:	<b>2016/2017</b>	
Insegnamento:	<b>05700 - TEORIA DEI SEGNALI</b>	
Corso di studio:	<b>3050 - INGEGNERIA INFORMATICA, ELETTRONICA E DELLE TELECOMUNICAZIONI</b>	
Anno regolamento:	<b>2015</b>	
CFU:	<b>9</b>	
Settore:	<b>ING-INF/03</b>	
Tipo Attività:	<b>B - Caratterizzante</b>	
Anno corso:	<b>2</b>	
Periodo:	<b>Primo Semestre</b>	



## Testi in italiano

<b>Lingua insegnamento</b>	Italiano
<b>Contenuti</b>	<p>Il corso è suddiviso in tre parti.</p> <p>--- Prima parte - Teoria della probabilità e delle variabili aleatorie In questa parte si forniscono allo studente le conoscenze di base della teoria della probabilità e delle variabili aleatorie con applicazioni all'ingegneria.</p> <p>--- Seconda parte - Segnali determinati In questa parte si introducono i segnali determinati (o deterministici) affrontandone lo studio sia nel dominio del tempo sia nel dominio della frequenza e studiandone le trasformazioni attraverso i sistemi.</p> <p>--- Terza parte - Processi stocastici In questa parte, che è la sintesi delle prime due, si introduce il concetto di processo stocastico e lo si applica allo studio dei segnali non determinati o aleatori e alle loro trasformazioni attraverso i sistemi.</p>
<b>Testi di riferimento</b>	<p>--- Libro di testo per la parte Probabilità e variabili aleatorie: A. Bononi, G. Ferrari, "Introduzione a Teoria della probabilità e variabili aleatorie con applicazioni all'ingegneria e alle scienze", Soc. Editrice Esculapio, Bologna, aprile 2008, ISBN: 978-88-7488-257-1</p> <p>--- Libro di testo per le parti Segnali determinati e processi stocastici: A. Vannucci, "Segnali analogici e sistemi lineari", Pitagora Editrice, Bologna, 2003, ISBN: 88-371-1416-8</p> <p>--- Altro testo utile per entrambe le parti (trattate in modo più sintetico): G. Prati, E. Forestieri "Teoria dei segnali", Pitagora Editrice, Bologna, 1996, ISBN: 88-371-0821-4</p> <p>___[180916aa1617reg2015cds3050]</p>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>___ 1) Conoscenza e comprensione ___ Il corso si propone di introdurre e sviluppare i concetti di segnale determinato e segnale aleatorio come modelli dei segnali fisici di interesse dell'ingegneria dell'informazione. Vengono inoltre introdotte e studiate le trasformazioni dei segnali come modelli dei più svariati tipi di sistemi che si</p>

incontrano in tutti i settori dell'ingegneria dell'informazione.

\_\_\_2) Capacità di applicare conoscenza e comprensione\_\_\_

Obiettivo del corso è quello di mettere in grado lo studente di applicare le conoscenze acquisite alla modellizzazione, all'analisi e alla progettazione dei principali sistemi che si incontrano nell'ingegneria dell'informazione quali: amplificatori, filtri, linee di trasmissione, modulatori, campionatori ecc.

## Prerequisiti

Le propedeuticità consigliate per il superamento dell'esame sono gli esami di "Analisi matematica 1" e "Geometria".

## Metodi didattici

Lezioni frontali, esercitazioni in aula, esercizi proposti da svolgere a casa.

## Altre informazioni

Informazioni e materiali didattici sono resi disponibili agli studenti per mezzo della piattaforma:  
elly.dii.unipr.it

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Negli appelli normali, una prova scritta e una prova orale che devono essere svolte nella stessa sessione, anche in appelli diversi.  
In alternativa al solo primo appello della prima sessione è possibile svolgere due prove parziali scritte (una nel periodo delle lezioni e una dopo la fine) senza prova orale o, in caso di esito sufficiente delle prove parziali, con prova orale facoltativa da svolgersi nello stesso appello.

## Programma esteso

--- Teoria della probabilità e delle variabili aleatorie  
Richiami di teoria degli insiemi: assiomi di teoria della probabilità e conseguenze. Elementi di calcolo combinatorio. Probabilità condizionata, teorema della probabilità totale e formula di Bayes. Prove ripetute.  
Variabili Aleatorie: introduzione al concetto di funzione di densità di probabilità. Definizione formale della funzione densità di probabilità e della funzione cumulativa di distribuzione. Delta di Dirac. Variabili aleatorie continue e discrete. Trasformazioni di una singola variabile aleatoria e teorema fondamentale. Valor medio e teorema dell'aspettazione. Momenti. Formula di Bayes mista e versione continua del teorema delle probabilità totali. Coppie di variabili aleatorie e trasformazioni di coppie di variabili aleatorie. Estensioni a sistemi di  $n$  variabili aleatorie. Teorema dell'aspettazione e della media condizionata per  $n$  variabili aleatorie. Correlazione. Indipendenza e incorrelazione. Interpretazione statistica di correlazione e covarianza.

--- Segnali determinati

Definizioni e proprietà elementari dei segnali, potenza ed energia normalizzate. Segnali notevoli. Segnali generalizzati: la funzione delta di Dirac (impulso unitario) e sue proprietà. I sistemi: trasformazioni elementari, sistemi tempo invarianti, lineari, con e senza memoria, causali e non, sistemi stabili. I sistemi lineari tempo invarianti (LTI): risposta all'impulso unitario e suo uso. La convoluzione. Sistemi LTI stabili e causali. Sistemi LTI in cascata.

Richiami sui numeri complessi e funzioni complesse di variabile reale: l'esponenziale complesso e il suo significato. Risposta dei sistemi LTI alle sinusoidi e alle somme di esponenziali complessi. Risposta in frequenza di sistemi LTI. Sviluppo in serie di Fourier di segnali periodici. La trasformata di Fourier (TdF) di segnali non periodici. Proprietà della TdF e TdF notevoli. Densità spettrale di energia. Il passaggio di segnali periodici e non periodici attraverso i sistemi LTI. I filtri ideali, i filtri reali, banda. Sistemi non distorcenti e distorsioni. Campionamento dei segnali. Relazioni fra trasformata di Fourier e trasformata di Laplace (cenni).

--- Processi stocastici

Definizioni, funzione di distribuzione e densità di probabilità dei processi stocastici, valor medio, funzione di autocorrelazione e autocovarianza. Processi stazionari in senso stretto e in senso lato. Densità spettrale di potenza e sue proprietà. Il rumore bianco. Filtraggio di processi stazionari. Processi gaussiani e loro filtraggio. Processi ergodici (cenni).



## Testi in inglese

### Lingua insegnamento

Italian

### Contenuti

--- Probability theory and random variables

Elements of set theory. The axioms of probability. Elements of combinatorics. Conditional probability, total probability and Bayes' formula. Repeated trials. Random Variables: definitions, distribution function, probability density function, discrete and continuous random variables. Transformations of a random variables and the fundamental theorem. Expected value and moments. Continuous and mixed forms of Bayes' formula and total probability theorem. Two random variables: joint distribution and probability density functions, conditional expected values, functions of two r.v. Vectors of random variables and Gaussian vectors.

--- Signals and systems

Definition of signal. Finite power and finite energy signals. Basic signals and transformations. The Dirac delta function. Systems and their properties: time-invariant, linear, memoryless, causal and stable systems. Linear time invariant (LTI) systems: impulse response and its use, convolution, stable and causal LTI systems, cascade and parallel of LTI systems. The complex exponential. Response of LTI systems to complex exponentials (eigenfunctions) and to sinusoids. Frequency response of LTI systems. Fourier Series representation of periodic signals. The Fourier Transform (FT) of non periodic signals: properties of the Fourier Transform, basic Fourier Transform and Fourier Series pairs. Signals through LTI systems (filtering), ideal filters and real filters, distortionless systems and distortions. Power spectral density.

--- Stochastic processes

Definitions. Distribution function and probability density function of stochastic processes. Mean, variance, autocorrelation and autocovariance. Stationary processes: strict-sense and wide-sense stationary processes. Power spectral density and its properties. The white noise and other basic processes. Filtering of stationary processes. Gaussian processes and their filtering. Ergodic processes.

### Testi di riferimento

--- R.E. Ziemer, "Elements of Engineering Probability and Statistics", Prentice Hall, 1996

--- B. Carlson, "Communication Systems", McGraw Hill Higher Education, 2009  
(This textbook is used in other courses also)

--- A. Papoulis "Probability Random Variables and Stochastic Processes", McGraw-Europe, 2002

\_\_\_[021214aa1415reg2013cds3050]

### Obiettivi formativi

\_\_\_1) Knowledge and understanding. \_\_\_

The students learn the concepts and the mathematical tools necessary to manipulate both deterministic and random signals (stochastic processes). Signals are treated as mathematical models of physical signals, in particular those found in telecommunications, electrical engineering and computer science. Transformation of signals are also studied as models of physical systems like amplifiers, filters, transmission lines, modulators, samplers, etc.

\_\_\_2) Applying knowledge and understanding. \_\_\_

The students learn to apply the acquired knowledge to the modeling, analysis and design of the main systems encountered in Electrical Engineering and Information and Communication Technology (ICT) such as: amplifiers, filters, transmission lines, modulators, samplers etc.

<b>Prerequisiti</b>	"Mathematical analysis 1" and "Geometry" (suggested)
<b>Metodi didattici</b>	Classroom teaching. In-class problem solving. Homeworks assigned weekly.
<b>Altre informazioni</b>	Information to students and various documents are provided through the platform: elly.dii.unipr.it
<b>Modalità di verifica dell'apprendimento</b>	Written and oral exam.
<b>Programma esteso</b>	<p>--- Probability theory and random variables  Elements of set theory. The axioms of probability. Elements of combinatorics. Conditional probability, total probability and Bayes' formula. Repeated trials. Random Variables: definitions, distribution function, probability density function, discrete and continuous random variables. Transformations of a random variables and the fundamental theorem. Expected value and moments. Continuous and mixed forms of Bayes' formula and total probability theorem. Two random variables: joint distribution and probability density functions, conditional expected values, functions of two r.v. Vectors of random variables and Gaussian vectors.</p> <p>--- Signals and systems  Definition of signal. Finite power and finite energy signals. Basic signals and transformations. The Dirac delta function. Systems and their properties: time-invariant, linear, memoryless, causal and stable systems. Linear time invariant (LTI) systems: impulse response and its use, convolution, stable and causal LTI systems, cascade and parallel of LTI systems. The complex exponential. Response of LTI systems to complex exponentials (eigenfunctions) and to sinusoids. Frequency response of LTI systems. Fourier Series representation of periodic signals. The Fourier Transform (FT) of non periodic signals: properties of the Fourier Transform, basic Fourier Transform and Fourier Series pairs. Signals through LTI systems (filtering), ideal filters and real filters, distortionless systems and distortions. Power spectral density. Sampling. Relationship between Fourier and Laplace Transforms.</p> <p>--- Stochastic processes  Definitions. Distribution function and probability density function of stochastic processes. Mean, variance, autocorrelation and autocovariance. Stationary processes: strict-sense and wide-sense stationary processes. Power spectral density and its properties. The white noise and other basic processes. Filtering of stationary processes. Gaussian processes and their filtering. Ergodic processes.</p>