



# UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2018/2019

## ELETTRONICA PER INGEGNERIA INDUSTRIALE

Anno immatricolazione	2016/2017
Anno offerta	2018/2019
Normativa	DM270
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE
Corso di studio	INGEGNERIA INDUSTRIALE
Curriculum	Energia
Anno di corso	3°
Periodo didattico	Annualità Singola (01/10/2018 - 14/06/2019)
Crediti	12
Lingua insegnamento	Italiano
Altre informazioni	Questo insegnamento è costituito dei due moduli di Elettronica e Conversione statica dell'energia. Si faccia riferimento alle schede di questi due moduli.

### L'insegnamento è suddiviso

504062 - **CONVERSIONE STATICA DELL'ENERGIA**

500544 - **ELETTRONICA**



### CONVERSIONE STATICA DELL'ENERGIA

<b>Anno immatricolazione</b>	2016/2017
<b>Anno offerta</b>	2018/2019
<b>Normativa</b>	DM270
<b>SSD</b>	ING-IND/32 (CONVERTITORI, MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI)
<b>Dipartimento</b>	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE
<b>Corso di studio</b>	INGEGNERIA INDUSTRIALE
<b>Curriculum</b>	Energia
<b>Anno di corso</b>	3°
<b>Periodo didattico</b>	Secondo Semestre (06/03/2019 - 14/06/2019)
<b>Crediti</b>	6
<b>Ore</b>	45 ore di attività frontale
<b>Lingua insegnamento</b>	
<b>Tipo esame</b>	SCRITTO E ORALE CONGIUNTI
<b>Docente</b>	ZANCHETTA PERICLE - 6 CFU
<b>Prerequisiti</b>	Conoscenze di base di Analisi matematica. Conoscenza degli elementi di base della teoria delle reti lineari passive.
<b>Obiettivi formativi</b>	Conoscenza delle principali applicazioni analogiche lineari e non lineari che impiegano diodi a giunzione, amplificatori operazionali, transistori ad effetto di campo; conoscenza delle famiglie logiche MOS e dei circuiti digitali elementari; capacità di analizzare ed eseguire misure su semplici circuiti analogici; capacità di sintetizzare semplici reti con operazionali. Conoscenza di base sui dispositivi a semiconduttore di potenza, sui convertitori elettronici di potenza e sulle relative applicazioni industriali.
<b>Programma e contenuti</b>	Il corso comprende due moduli: Elettronica (prof. Annovazzi Lodi) e Conversione statica dell'energia (prof. Dallago). Il primo modulo

costituisce un'introduzione all'Elettronica analogica lineare e non lineare, e all'elettronica digitale. Il secondo modulo costituisce un'introduzione ai processi di conversione dell'energia elettrica mediante convertitori statici di potenza.

Programma del modulo di Conversione statica dell'energia

- Generalità: l'energia elettrica e sue applicazioni. Necessità dei processi di conversione. Soluzioni possibili. Conversioni statiche. Il trasformatore elettromagnetico. Il convertitore elettronico di potenza. Problemi termici e raffreddamento.
- Dispositivi a semiconduttore di potenza: il silicio e la giunzione pn. Caratteristiche statiche dei dispositivi elettronici: diodo, il transistor bipolare, i tiristori (SCR, TRIAC, GTO), il mosfet, l'IGBT. Montaggi di diodi ed SCR.
- La conversione ca/cc: generalità, carichi ed utilizzazioni in corrente continua. Ipotesi fondamentali per lo studio dei circuiti di conversione. Circuiti di raddrizzamento monofase. Circuiti di raddrizzamento polifasi. Traformatori e reattori per circuiti di raddrizzamento polifasi. Il controllo di fase. La commutazione reale di diodi ed SCR. Cadute di tensione. Armoniche. Applicazioni: azionamenti in cc e trasmissione dell'energia in corrente continua ad alta tensione,(HVDC).
- La conversione dc/dc: principio funzionamento del chopper. Il chopper ad SCR e a GTO. Applicazioni del chopper in trazione elettrica.
- La conversione dc/ac: Generalità. L'inverter monofase: regolazione della tensione e frequenza. Inverter trifase a tensione e corrente impressa. Inverter trifase regolato ad onda quadra. La tecnica pulse width modulation (PWM). Applicazioni: la macchina asincrona alimentata da inverter.
- La conversione ac/ac: il cicloconverter. Applicazioni

#### Metodi didattici

Lezioni (ore/anno in aula): 68  
Esercitazioni (ore/anno in aula): 36  
Attività pratiche (ore/anno in aula): 12

#### Testi di riferimento

A.Sedra, K.Smith.: Microelectronic Circuits, III ed. o successive. Oxford University Press .  
A.Sedra, K.Smith. Circuiti per la Microelettronica. EdiSeS.  
G. Moeltgen. I tiristori: circuiti di conversione, teoria ed impiego. Etas libri.  
J. Schaefer. Rectifier Circuits: Theory and Design. John Wiley & Sons.  
B. W. Williams. Power Control Electronics. Prentice-Hall.

#### Modalità verifica apprendimento

L'esame del modulo di Elettronica consiste di una prova scritta di analisi di circuiti con elementi attivi discreti e amplificatori operazionali, e di una prova orale sugli argomenti del modulo. L'esame del modulo di Conversione statica dell'energia consiste in una prova orale. In sede di esame è data facoltà allo studente di presentare un elaborato su un argomento preventivamente concordato con il docente.

#### Altre informazioni

L'esame del modulo di Elettronica consiste di una prova scritta di analisi di circuiti con elementi attivi discreti e amplificatori operazionali, e di una prova orale sugli argomenti del modulo. L'esame del modulo di Conversione statica dell'energia consiste in una prova orale. In sede di

**Obiettivi Agenda 2030 per lo  
sviluppo sostenibile**

esame è data facoltà allo studente di presentare un elaborato su un argomento preventivamente concordato con il docente.

[Gli obiettivi](#)



# UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2018/2019

## ELETTRONICA

<b>Anno immatricolazione</b>	2016/2017
<b>Anno offerta</b>	2018/2019
<b>Normativa</b>	DM270
<b>SSD</b>	ING-INF/01 (ELETTRONICA)
<b>Dipartimento</b>	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE
<b>Corso di studio</b>	INGEGNERIA INDUSTRIALE
<b>Curriculum</b>	Energia
<b>Anno di corso</b>	3°
<b>Periodo didattico</b>	Primo Semestre (01/10/2018 - 18/01/2019)
<b>Crediti</b>	6
<b>Ore</b>	80 ore di attività frontale
<b>Lingua insegnamento</b>	
<b>Tipo esame</b>	SCRITTO E ORALE CONGIUNTI
<b>Docente</b>	ANNOVAZZI LODI VALERIO (titolare) - 6 CFU
<b>Prerequisiti</b>	Conoscenze di base di Analisi matematica. Conoscenza degli elementi di base della teoria delle reti lineari passive.
<b>Obiettivi formativi</b>	Fornisce conoscenze sulle principali applicazioni analogiche lineari e non lineari che impiegano diodi a giunzione, amplificatori operazionali, transistori ad effetto di campo; introduce le famiglie logiche MOS e i circuiti digitali elementari; fornisce gli strumenti per analizzare ed eseguire misure su semplici circuiti analogie e la capacità di sintetizzare semplici reti con operazionali.
<b>Programma e contenuti</b>	Il corso di Elettronica per Ingegneria Industriale comprende due moduli: Elettronica (prof. Annovazzi Lodi) e Conversione statica dell'energia (prof. Dallago). Il primo modulo, descritto in questa scheda, costituisce un'introduzione all'Elettronica analogica lineare e non lineare, e all'elettronica digitale.

## Programma del modulo di Elettronica

- Amplificatori Operazionali: L'amplificatore operazionale ideale. La configurazione invertente. La configurazione non invertente. Sommatore, sottrattore, integratore, derivatore con operazionali. Sintesi di reti lineari con operazionali. Comportamento per ampi segnali. Correnti di polarizzazione; tensione di sbilanciamento. Circuiti multivibratori: bistabile, astabile, monostabile con operazionali.
- Il diodo a semiconduttore: caratteristica corrente-tensione. Diodi a valanga e diodi Zener. Circuiti con diodi. Regolatori di tensione. Raddrizzatori.
- Transistori ad effetto di campo: JFET e MOS-FET ad arricchimento e a svuotamento. Caratteristiche statiche. Analisi statica di circuiti con JFET e MOSFET. Circuiti di polarizzazione. Il FET come amplificatore. Circuito equivalente per piccolo segnale. Stadi di amplificazione elementari per piccolo segnale. Specchi di corrente. Il MOSFET come interruttore.
- Circuiti digitali? Segnali numerici e loro rappresentazione: Circuiti logici elementari: AND, OR, NOT, NOR, NAND, EXOR. Tabelle della verità. Circuiti integrati digitali MOS: l'invertitore NMOS con carico a svuotamento; l'invertitore NMOS con carico ad arricchimento; l'invertitore CMOS. Il latch e il flip-flop S/R. Memorie RAM, ROM, pROM, EPROM. Convertitori A/D e D/A.
- Elementi di teoria della reti lineari: Amplificatori e loro modelli circuitali; teoremi di Norton, Thevenin, Miller. Risposta in frequenza e nel tempo di reti a singola costante di tempo. Metodi di tracciamento dei diagrammi di Bode.

### Metodi didattici

Il corso comprende lezioni in aula ove si svolge la teoria degli elementi attivi e dei circuiti elettronici oggetto del corso; esercitazioni in aula dove si svolgono esercizi numerici relativi all'analisi e alla sintesi di circuiti di amplificazione ed elaborazione del segnale con elementi discreti ed operazionali; sono previste infine ore di laboratorio a gruppi per l'osservazione e la misura di circuiti elettronici attivi e passivi, lineari e non lineari, scelti fra quelli presentati a lezione.

### Testi di riferimento

A.Sedra, K.Smith.: Microelectronic Circuits, III ed. o successive. Oxford University Press .  
A.Sedra, K.Smith. Circuiti per la Microelettronica. EdiSeS.

### Modalità verifica apprendimento

L'esame del modulo di Elettronica consiste di una prova scritta di analisi di circuiti con elementi attivi discreti e amplificatori operazionali, che valuterà la capacità del candidato di applicare le metodologie di analisi presentate durante il corso, e di una prova orale volta a valutare la conoscenza delle principali soluzioni circuitali, in ambito analogico e digitale, presentate nel corso.

### Altre informazioni

L'esame del modulo di Elettronica consiste di una prova scritta di analisi di circuiti con elementi attivi discreti e amplificatori operazionali, che

valuterà la capacità del candidato di applicare le metodologie di analisi presentate durante il corso, e di una prova orale volta a valutare la conoscenza delle principali soluzioni circuitali, in ambito analogico e digitale, presentate nel corso.

**Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile**

[Gli obiettivi](#)