



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA

Università degli Studi di Brescia

Corso di Studio	05821 - INGEGNERIA ELETTRONICA
Insegnamento	750603 - ELETTRONICA PER STRUMENTAZIONE, SENSORI E MICROSISTEMI
Anno Offerta	2021/2022
Responsabile	FERRARI VITTORIO
Periodo	Secondo Semestre
Sede	BRESCIA
Modalità didattica	Convenzionale
Lingua	ita

ATTIVITÀ FORMATIVA DI RIFERIMENTO

Corso di Studio	05821 - INGEGNERIA ELETTRONICA
Insegnamento	750603 - ELETTRONICA PER STRUMENTAZIONE, SENSORI E MICROSISTEMI
Titolare	FERRARI VITTORIO

CAMPI

LINGUA INSEGNAMENTO

Italiano, con materiale didattico prevalentemente in Inglese.

CONTENUTI

La prima parte del corso tratta tecniche e circuiti per l'estrazione e l'elaborazione dell'informazione nella strumentazione elettronica, con particolare riferimento all'interfacciamento di sensori. Sono affrontati l'amplificazione del segnale e la riduzione dei contributi indesiderati di disturbo dovuti a rumore, interferenza e grandezze di influenza, nell'ottica complessiva di massimizzare il rapporto segnale-disturbo. La seconda parte del corso riguarda sensori e microsistemi elettromeccanici (MEMS). Sono affrontati effetti di trasduzione, tecnologie costruttive, e interfacciamento a circuiti elettronici di trattamento del segnale. Sono presentati metodi di sviluppo e esempi di dispositivi e sistemi, applicazioni attuali in ambito industriale e recenti tendenze di ricerca, tra cui energy harvesting per alimentazione di sensori wireless e Internet of Things, sistemi wearable per parametri fisiologici.

1. Concetti generali Misura, informazione, segnale. Disturbi, rumore, interferenza. Grandezze di influenza.
2. Amplificazione, rumore, interferenza Amplificazione DC e AC. Rumore elettronico nei circuiti, rapporto segnale/rumore. Interferenze elettromagnetiche (EMI) e loro contenimento nei collegamenti cablati.
3. Tecniche di estrazione dell'informazione e miglioramento del rapporto segnale-disturbo Modulazione e demodulazione. Rilevazione sensibile alla fase. Lock-in. Filtraggio. Tecniche di media (averaging). Correlazione.
4. Richiami su sensori, attuatori e sistemi di trasduzione Caratteristiche e ruolo in differenti applicazioni, dai principi di trasduzione alla realizzazione di sistemi e microsistemi basati su sensori e attuatori.
5. Tecnologie di microlavorazione e MEMS Tecnologie di microfabbricazione e microlavorazione del silicio (silicon micromachining): sviluppo e evoluzione di microdispositivi e MEMS (MicroElectroMechanical Systems). Il silicio come materiale per sensori: proprietà strutturali, elettriche e meccaniche. Microlavorazione di superficie e di volume (surface e bulk micromachining). Processi di fabbricazione: deposizione, litografia, attacco chimico e fisico (etching) e definizione di geometrie, assemblaggio e incapsulamento (bonding e packaging).
6. Progetto di sensori e MEMS Effetti fisici utilizzati in sensori e MEMS: piezoresistivo, piezoelettrico, piroelettrico, termoelettrico, capacitivo-resistivo-induttivo e a variazione di impedenza. Configurazioni di sensori: ad anello aperto, retroazionate ad anello chiuso (servo), risonanti. Metodi di ausilio alla progettazione: descrizione analitica, elasticità nei solidi, modellizzazione mediante analogie elettromeccaniche e elettrotermiche, simulazioni numeriche a elementi finiti, progettazione assistita al calcolatore. Esempio di utilizzo di strumenti di progettazione software applicato a un processo tecnologico per sensori e MEMS. Analisi e soluzioni di sviluppo di sensori e MEMS, per esempio per la misura di microdeformazione (strain), pressione, forza, accelerazione, inclinazione, massa, proprietà di film e di liquidi.
7. Sistemi e applicazioni Sensori e circuiti elettronici di interfaccia e elaborazione del segnale: sistemi a blocchi discreti, microsistemi integrati, sensori intelligenti (smart). Sensori a uscita cablata e senza cavo (wireless). Interfacce di uscita e collegamento tra sensori. Alimentazione di sensori: sorgenti di alimentazione esauribili, ricaricabili, alimentazione tramite tecniche di recupero di energia dall'ambiente (energy harvesting), sensori autonomi.
8. Attività sperimentale e progettuale di laboratorio Approfondimento di temi specifici riguardanti circuiti elettronici di interfaccia per sensori e microsistemi, MEMS e strumentazione attraverso implementazioni hardware e/o software.

LIBRI DI TESTO/LIBRI CONSIGLIATI

Materiale didattico predisposto e reso disponibile dal docente on line durante il corso. Testi di consultazione: - R. Pallás-Areny, J. G. Webster, "Sensors and Signal Conditioning" 2nd Edition, John Wiley & Sons, 2001. - S. D. Senturia, "Microsystem Design", Kluwer Academic Publishers, 2001.

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso mira a fornire conoscenze e sviluppare capacità progettuali su circuiti e tecniche per il trattamento dei segnali nella strumentazione elettronica, e su sensori e microsistemi.

PREREQUISITI

Circuiti e sistemi elettronici analogici, digitali e misti, nozioni di teoria dei segnali, nozioni di fisica dei semiconduttori.

METODI DIDATTICI

Seguendo un approccio orientato alla progettazione, il corso comprende una parte di didattica frontale sui contenuti generali, affiancata da un'attività sperimentale e progettuale di laboratorio in cui gli studenti concorderanno col docente l'approfondimento di temi specifici di loro interesse.

ALTRE INFORMAZIONI

-

MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Prova scritta sull'intero programma, seguita dalla redazione di una relazione sul progetto svolto e dalla sua esposizione in forma orale. Il punteggio finale deriva dalla media ponderata tra voto della prova scritta (massimo 32/30) e voto della relazione di progetto e sua esposizione (massimo 30/30).

PROGRAMMA ESTESO

1. Concetti generali Misura, informazione, segnale. Disturbi, rumore, interferenza. Grandezze di influenza. 2. Amplificazione, rumore, interferenza Amplificazione DC e AC. Rumore elettronico nei circuiti, rapporto segnale/rumore. Interferenze elettromagnetiche (EMI) e loro contenimento nei collegamenti cablati. 3. Tecniche di estrazione dell'informazione e miglioramento del rapporto segnale-disturbo Modulazione e demodulazione. Rilevazione sensibile alla fase. Lock-in. Filtraggio. Tecniche di media (averaging). Correlazione. 4. Richiami su sensori, attuatori e sistemi di trasduzione Caratteristiche e ruolo in differenti applicazioni, dai principi di trasduzione alla realizzazione di sistemi e microsistemi basati su sensori e attuatori. Tecnologie tradizionali e avanzate. 5. Tecnologie di microlavorazione e MEMS Tecnologie di microfabbricazione e microlavorazione del silicio (silicon micromachining): sviluppo e evoluzione di microdispositivi e MEMS (MicroElectroMechanical Systems). Il silicio come materiale per sensori: proprietà strutturali, elettriche e meccaniche. Microlavorazione di superficie e di volume (surface e bulk micromachining). Processi di fabbricazione: deposizione, litografia, attacco chimico e fisico (etching) e definizione di geometrie, assemblaggio e incapsulamento (bonding e packaging). 6. Progetto di sensori e MEMS Effetti fisici utilizzati in sensori e MEMS: piezoresistivo, piezoelettrico, piroelettrico, termoelettrico, capacitivo-resistivo-induttivo e a variazione di impedenza. Configurazioni di sensori: ad anello aperto, retroazionate ad anello chiuso (servo), risonanti. Metodi di ausilio alla progettazione: descrizione analitica, elasticità nei solidi, modellizzazione mediante analogie elettromeccaniche e elettrotermiche, simulazioni numeriche a elementi finiti, progettazione assistita al calcolatore. Esempio di utilizzo di strumenti di progettazione software applicato a un processo tecnologico per sensori e MEMS. Analisi e soluzioni di sviluppo di sensori e MEMS, per esempio per la misura di microdeformazione (strain), pressione, forza, accelerazione, inclinazione, massa, proprietà di film e di liquidi. 7. Sistemi e applicazioni Sensori e circuiti elettronici di interfaccia e elaborazione del segnale: sistemi a blocchi discreti, microsistemi integrati, sensori intelligenti (smart). Sensori a uscita cablata e senza cavo (wireless). Interfacce di uscita e collegamento tra sensori. Alimentazione di sensori: sorgenti di alimentazione esauribili, ricaricabili, alimentazione tramite tecniche di recupero di energia dall'ambiente (energy harvesting), sensori autonomi. 8. Attività sperimentale e progettuale di laboratorio Approfondimento di temi specifici riguardanti circuiti elettronici di interfaccia per sensori e microsistemi, MEMS e strumentazione attraverso implementazioni hardware e/o software.

DOCENTI ASSOCIATI

BAU' MARCO

FERRARI MARCO
