



**Università degli Studi di Cagliari**  
 Facoltà di Medicina e Chirurgia  
 Corso di Laurea in Tecniche di Neurofisiopatologia



FONDAMENTI DI ANALISI DEI SEGNALI E STRUMENTAZIONE BIOMEDICA  
**Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici**



**Prof. Ing. Danilo Pani**  
 Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Elettronica  
 Università degli Studi di Cagliari

**MeDSP**  
 Medical Devices and Signal Processing Lab

D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Presentazioni

Prof. Ing. **Danilo Pani**

Professore Associato di *Bioingegneria elettronica ed informatica*

Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Elettronica (DIEE)

Per il CdL in INGEGNERIA BIOMEDICA, docente dei corsi di

- Elaborazione elettronica dei segnali (II anno, II semestre)
- Strumentazione elettromedicale (III anno, II semestre)

Per il CdLM in BIOINGEGNERIA, docente del corso di

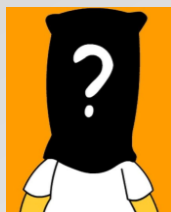
- Elaborazione avanzata di segnali biomedici



- Responsabile del laboratorio MeDSP (Medical Devices and Signal Processing) del DIEE

D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Presentazioni



E voi chi siete?

- **Nome e Cognome**
- **Percorso di studi**
- **Esperienze lavorative pregresse in ambito sanitario**
- Gruppo sanguigno
- Iban
- ...

D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Come posso contattare il docente al di fuori dell'orario di lezione?

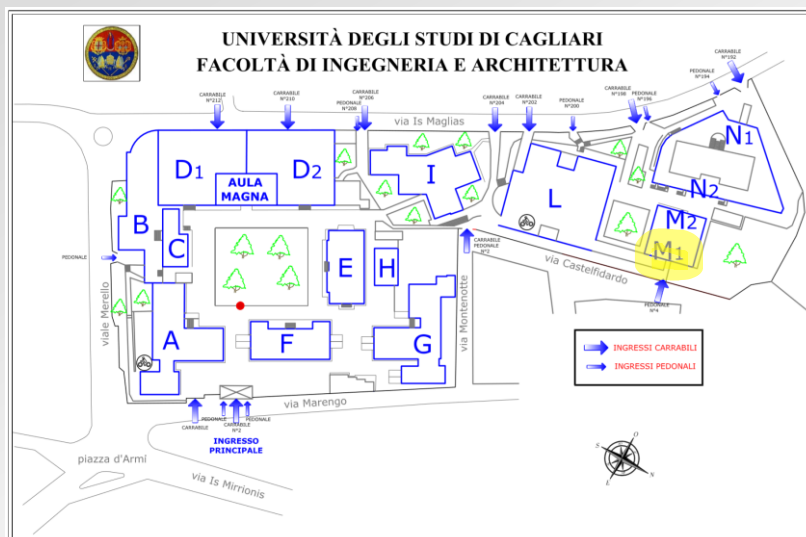
Per il modulo di Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici (ma anche per informazioni generali, non tecniche, sull'intero corso integrato):

- Prof. Ing. **Danilo Pani**
- E-mail: [danilo.pani@unica.it](mailto:danilo.pani@unica.it)
- **070 675 5763**
- Ricevimento studenti: mercoledì 12:00-13:30, o in altro giorno orario a richiesta, ma in ogni caso su appuntamento
- Ufficio: **DIEE Pad M, piano II**

E' possibile contattare il docente anche per ricevimento individuale tramite MS Teams.

D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

Dove...



D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

Dove trovo tutto quello che devo sapere su questo corso?

Dalla pagina del docente ([danilopani.it](http://danilopani.it)) è possibile raggiungere le schede su ESSE3 degli esami professati dal docente (insegnamenti). Leggere questo materiale non è facoltativo! E' lì per voi! C'è tutto, ma proprio tutto, inclusi i testi consigliati, le modalità di esame, gli obiettivi, ...

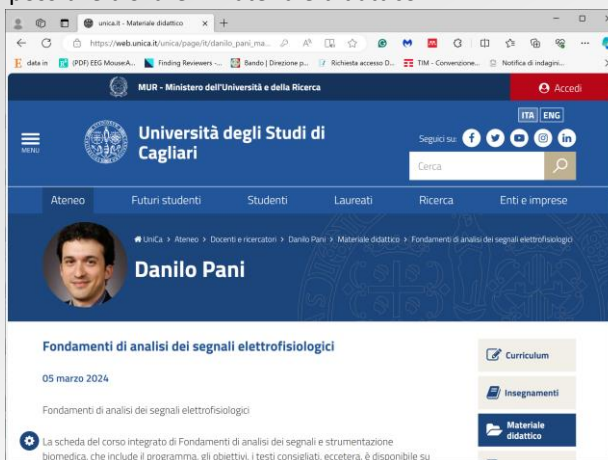
**Assicuratevi di leggere attentamente e stampare la scheda di OGNI corso che seguite!**



D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Dove trovo il materiale didattico?

- **Sempre su [danilopani.it](https://web.unica.it/danilopani.it)**, alla voce Materiale didattico, seguendo Elettronica e strumentazione per indagini biomediche, è possibile trovare il materiale didattico



D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Dove trovo il materiale didattico?

- **Sempre su [danilopani.it](https://web.unica.it/danilopani.it)**, alla voce Materiale didattico

Il materiale didattico è **fornito gratuitamente** a tutti gli studenti frequentanti. Per questioni di copyright il materiale didattico è fornito in formato pdf non editabile, protetto da password per la lettura e per la modifica. La password per l'apertura dei file è:

e si applica anche ai file .zip eventualmente distribuiti. E' vietata la redistribuzione del materiale didattico in qualsiasi forma, anche senza fini di lucro.

Per seguire proficuamente il corso non è necessario acquistare libri: le dispense (e la frequenza!!!) sono sufficienti. Sono consigliabili letture integrative in caso di mancata comprensione di specifici argomenti.

**Invito gli studenti a segnalare prontamente qualsiasi problema relativo al download del materiale dal sito.**

D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Com'è fatto il materiale didattico?

È presente una codifica di colori utile a capire le studiare:

Non è facile dare una definizione di “segnale” matematicamente accurata e allo stesso tempo intuitiva. Possiamo affermare che **un segnale è una funzione di una variabile indipendente (che può essere un tempo, una distanza, una posizione, o qualsiasi altro parametro) alla quale è associata un'informazione.** La dipendenza non è un fatto teorico ma pratico: *la voce è un segnale (di tipo acustico) che fisicamente è esprimibile mediante un'onda di pressione che si propaga a partire da un punto nello spazio e che in tempi diversi raggiunge zone dello spazio diverse. La pressione acustica presente in un punto al variare del tempo*

- In **celeste grassetto corsivo** le definizioni, teoremi, etc.
- In nero normale il testo generale
- In **grigio corsivo** gli esempi

## Mailing list

- Tramite il sito è possibile iscriversi alla mailing list del corso:

<https://liste.unica.it/mailman/listinfo/esib>

The screenshot shows the website for the course "Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici" at the University of Cagliari. The page includes a navigation menu on the right with options like Curriculum, Insegnamenti, Materiale didattico, Altre Attività, Tesi, Ricerca, Avvisi, and Agenda. The main content area contains course information and a red arrow pointing to a link for the mailing list.

Data versione	Descrizione	File
5.03.2024	Dispensa del corso	

## Mailing list

- Tramite il sito è possibile iscriversi alla mailing list del corso.
- L'**iscrizione è obbligatoria** perché permette di raggiungere facilmente tutti in caso di cambio di orario, aula, fornire materiale integrativo o decidere insieme date per attività didattiche.
- La lista è anche uno spazio per voi dove discutere sulle tematiche del corso, confrontarvi sugli argomenti non chiari, eccetera.
- Il docente monitora la lista onde intervenire in caso di richieste che non trovano risposta dal confronto fra voi.
- Non è possibile inserire allegati (specie grandi) e per mandare e ricevere messaggi è necessario iscriversi.

**Iscrivetevi prima possibile!**  
**(oggi stesso?)**

D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Quali sono i prerequisiti per seguire **bene** questo corso?

- Sono richieste conoscenze e competenze acquisite nei corsi di Biofisica
- Basi di matematica...



D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Quali sono i prerequisiti per seguire **bene** questo corso?

- Sono richieste conoscenze e competenze acquisite nei corsi di Biofisica
- Basi di matematica...
- Trigonometria?
- Serie (concetto)?
- Numeri complessi?
- Derivate?
- Integrali?



D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Quali sono gli obiettivi di questo corso?

- Il corso intende fornire conoscenze fondamentali sui principi alla base della corretta acquisizione ed elaborazione di segnali biomedici, trasversali rispetto ai diversi strumenti di registrazione di biopotenziali e altri segnali biomedici. I contenuti del corso contribuiscono a formare le competenze richieste allo studente per la corretta impostazione degli strumenti, del setup di misura, dei parametri di acquisizione e analisi del segnale e per la risoluzione dei problemi che si possono riscontrare in una misura elettrofisiologica. Questo include anche la conoscenza di quegli aspetti normativi e di sicurezza elettrica che sono indispensabili per l'uso sicuro dei dispositivi elettromedicali.

D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Quali sono gli obiettivi di questo corso?

- **CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE:** Alla fine del corso, ci si aspetta che lo studente conosca:
  - Segnali analogici e digitali e loro rappresentazione in tempo e frequenza
  - Il campionamento dei segnali e la loro digitalizzazione
  - I problemi associati all'acquisizione dei segnali elettrofisiologici
  - Gli approcci di base per l'analisi e l'elaborazione dei segnali in tempo e frequenza
  - Le classificazioni dei dispositivi medici, degli strumenti elettromedicali e dei locali ad uso medico
  - Le protezioni per il paziente e per il dispositivo
  - Gli aspetti elettrofisiologici e strumentali associati alla registrazione dell'elettrocardiogramma e di altri parametri vitali

D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Quali sono gli obiettivi di questo corso?

- **CAPACITÀ APPLICATIVE:** Alla fine del corso, ci si aspetta che lo studente sia in grado di:
  - Applicare semplici metodi di analisi del segnale mediante strumenti software
  - Ottimizzare i setup di acquisizione dei segnali
  - Identificare le caratteristiche della strumentazione elettromedicale in uso
  - Valutare i rischi elettrici connessi all'uso della strumentazione elettromedicale e le opportune protezioni
  - Applicare le conoscenze di base studiate sull'elettrocardiografia

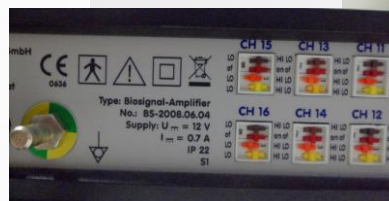
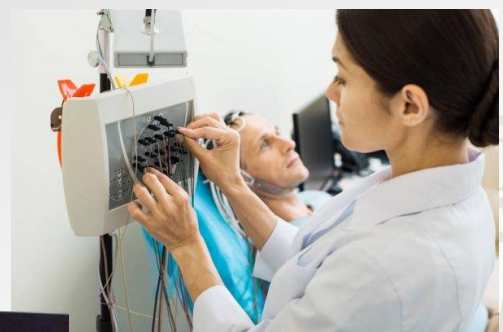
D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Quali sono gli obiettivi di questo corso?

- **AUTONOMIA DI GIUDIZIO:** Alla fine del corso ci si aspetta che lo studente sia in grado di valutare pro e contro di diverse soluzioni pratiche associate all'acquisizione di elettrofisiologici, di leggere e valutare criticamente le caratteristiche temporali e spettrali dei segnali, scegliendo opportuni approcci per la minimizzazione dei disturbi e di valutare criticamente e indirizzare le scelte in relazione all'adozione di strumenti elettromedicali in funzione dell'applicazione di interesse.
- **ABILITA' NELLA COMUNICAZIONE:** Alla fine del corso ci si aspetta che lo studente abbia acquisito un'adeguata proprietà di linguaggio in relazione ai contenuti del corso, in modo da essere compreso senza fraintendimenti da un interlocutore con conoscenze tecniche adeguate, e da veicolare i concetti essenziali anche verso un interlocutore non tecnicamente competente.
- **CAPACITA' DI APPRENDIMENTO:** Alla fine del corso ci si aspetta che lo studente abbia il bagaglio di conoscenze e le metodologie necessarie ad approfondire nel prosieguo degli studi la strumentazione elettromedicale per applicazioni specifiche, le problematiche associate al suo uso e le migliori condizioni operative.

D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Ma in pratica?



D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Qual è il programma del corso (di questo modulo)?

- Concetto di segnale, tipologie e dominio di rappresentazione
- Analisi del segnale nel dominio del tempo (ispezione visiva, medie di insieme e nel tempo, analisi di correlazione)
- Analisi del segnale nel dominio della frequenza (analisi di Fourier e spettro)
- Campionamento e quantizzazione, aliasing
- La catena di acquisizione del segnale
- Metodi per la riduzione delle interferenze
- Filtri analogici e digitali, tipologie ideali e filtri reali

D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Come sarà l'esame

- Il numero di appelli è definito in accordo con il regolamento di Facoltà. Appelli extra per fuori corso possono essere richiesti, per motivate ragioni.
- Il corso integrato prevede una prova congiunta, di tipo orale, sui due moduli del corso. Durante la prova verranno posti quesiti in grado di valutare la capacità del candidato di esprimersi in modo corretto in relazione alla materia, la sua capacità di esporre i concetti presentati e quella di applicare le proprie conoscenze a semplici problemi presentati al candidato durante la prova.
- Il voto finale sarà deciso dalla commissione sulla base dei risultati ottenuti nei due moduli, ed espressa in trentesimi.
  
- **Non è possibile sostenere separatamente i vari moduli del corso integrato**

D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Come studiare per questo corso?

- **Frequentare le lezioni è indispensabile. Le dispense sono esaustive ma insufficienti per chi non frequenta. L'interazione in aula è fondamentale.**
- Metodo:
  - **Evitare di lasciarsi arretrati:** quanto spiegato nella lezione in aula può essere applicato nella successiva. Non basta essere venuti a lezione...
  - **Intervenire a lezione** o con tutti gli strumenti a disposizione: se non avete chiaro qualcosa forse anche per i vostri colleghi è lo stesso...



D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

## Come studiare per questo corso?

Ma soprattutto...

**Non studiate per dare l'esame ma per imparare**



D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

Come studiare per questo corso?

**Essere curiosi**



D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

Come studiare per questo corso?

**Essere curiosi**

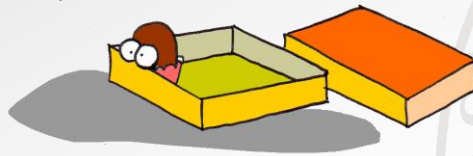


D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

Come studiare per questo corso?

**Non porsi astrattamente di fronte alle cose  
ma cercare di cogliere gli aspetti pratici ed essenziali**

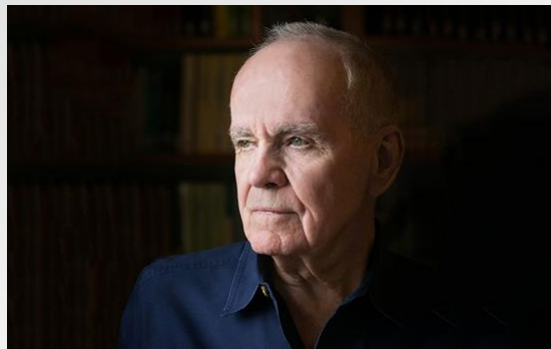
L'ULTIMO CIOCCOLATINO  
RIMASTO NELLA SCATOLA  
COMINCIO' A PORSI DOMANDE  
PIU' GRANDI DI LUI.



D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari

Ma soprattutto...

*Tieni dentro di te un piccolo fuoco che brucia. Per quanto piccolo, per quanto nascosto, tienilo dentro di te. Non farlo spegnere. Non permettere al freddo di insinuarsi. Non permettere alle consuetudini di installarsi. Non permettere alle comodità di accecarti. Scalda la tua vita con la passione.*



Cormac McCarthy

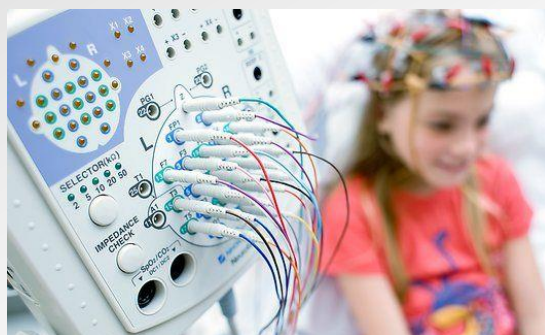
D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari



Università degli Studi di Cagliari  
Facoltà di Medicina e Chirurgia  
Corso di Laurea in Tecniche di Neurofisiopatologia



Domande?



MeDSP  
Medical Devices and Signal Processing Lab

D. Pani – Fondamenti di analisi dei segnali elettrofisiologici | Università degli Studi di Cagliari