



**Università degli Studi di Cagliari**  
Facoltà di Ingegneria e Architettura  
Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica

**BASTA  
VIOLENZA  
SULLE DONNE**

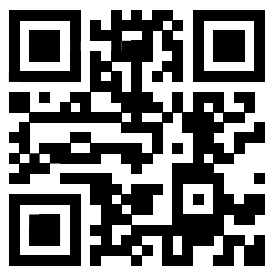


## Presentazione del corso

Corso di Strumentazione Elettromedicale

*Prof. Danilo Pani*

*Dott. Fabrizio Viola*



**MeDSP**

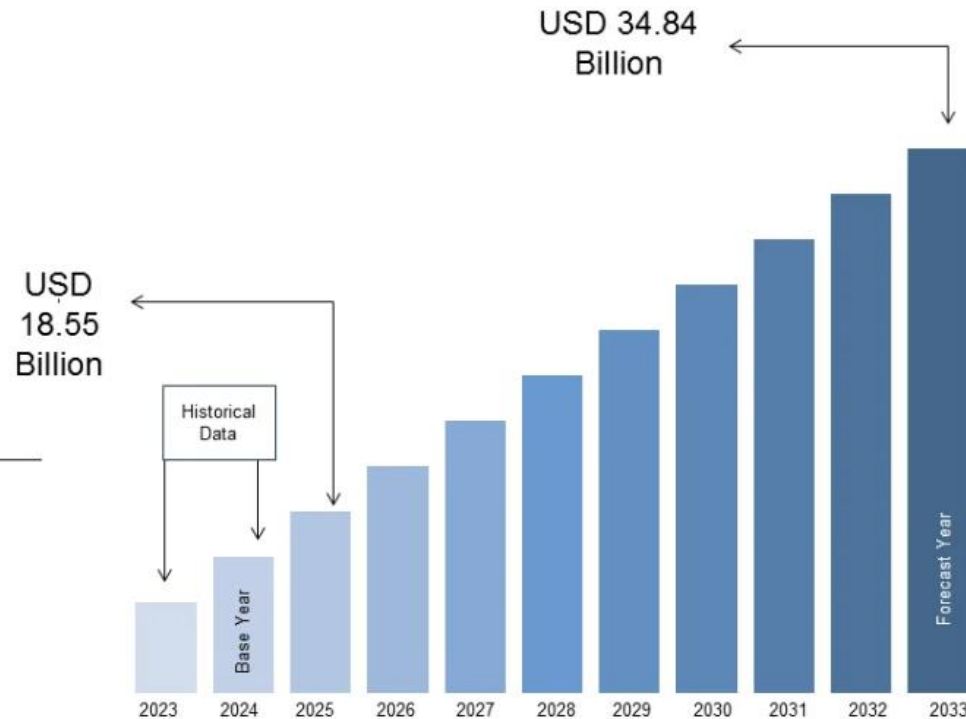
Medical Devices and Signal Processing Lab

# Perché strumentazione elettromedicale?

## Global Medical Sensors Market Market Size Overview

8.2%

Global Market CAGR,  
2025 - 2033



www.marketdataforecast.com

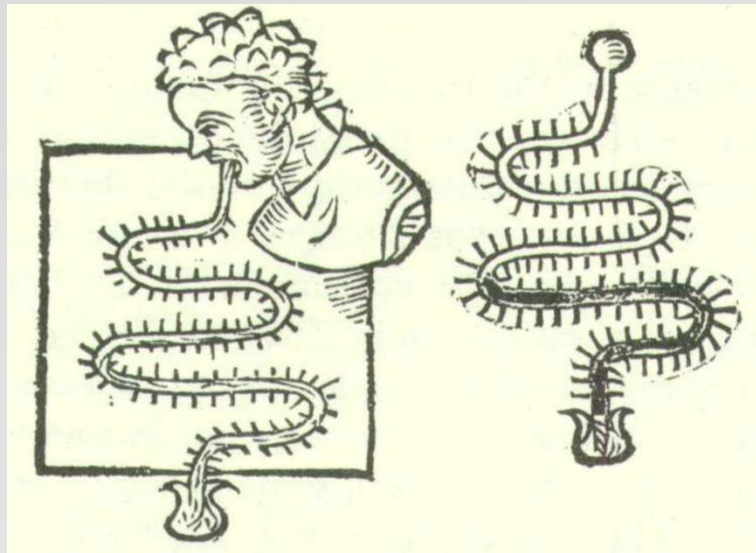
Source: Market Data Forecast Analysis

Il ruolo dell'Ing. Biomedico nella **strumentazione elettromedicale**:

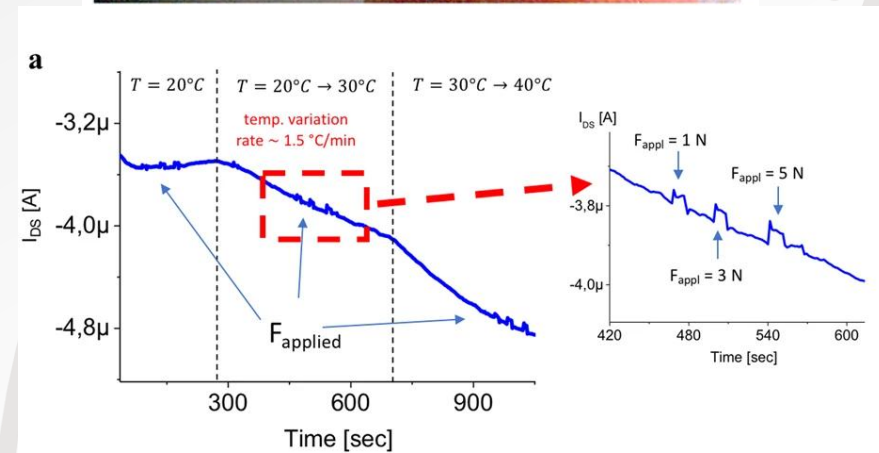
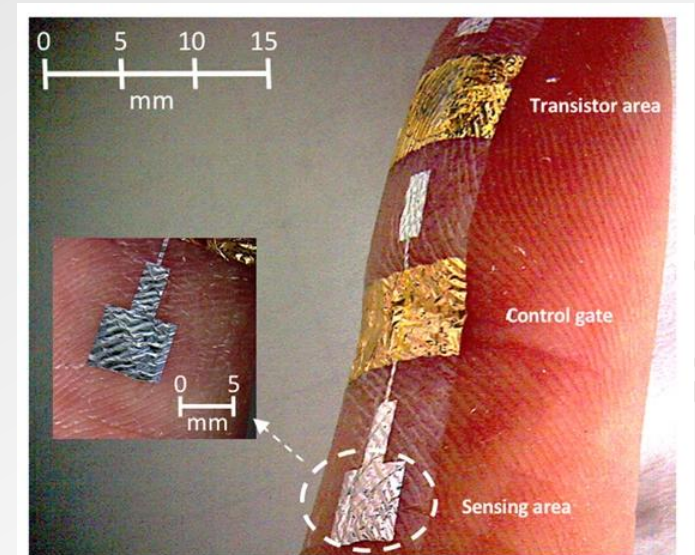
- Comprende a fondo il funzionamento degli strumenti elettromedicali;
- Valuta prestazioni, limiti e sicurezza delle tecnologie;
- Supporta clinici e operatori sanitari nell'uso corretto dei dispositivi;
- Opera in ambito applicativo, tecnico, regolatorio e clinico;
- Contribuisce al miglioramento e all'innovazione delle tecnologie;

- Essere esperti in questo ambito significa avere un vantaggio competitivo in un settore in forte crescita, affamato di nuove professionalità

# Perché strumentazione elettromedicale?



Il termometro di Santorio (1612)



# Come posso contattare i docenti al di fuori dell'orario di lezione?

- Dott. **Fabrizio Viola**
- Telefono: **070 675 5763**
- E-mail: [fabrizioa.viola@unica.it](mailto:fabrizioa.viola@unica.it)
- Ricevimento studenti: Su appuntamento.
- Ufficio: **DIEE, pad. M, piano II**
- Laboratorio: **DIEE, pad. M, piano terra (DEALAB)**



# Come posso contattare i docenti al di fuori dell'orario di lezione?

- Prof. **Danilo Pani**
- Telefono: **070 675 5763**
- E-mail: [danilo.pani@unica.it](mailto:danilo.pani@unica.it)
- Ricevimento studenti: Giovedì dalle 15:00 alle 16:30, su appuntamento. A richiesta è possibile fissare ricevimenti anche in altri giorni e orari.
- Ufficio: **DIEE, pad. M, piano II**
- Laboratorio: **DIEE, pad. M, piano terra (MeDSP Lab)**

Anche in orario di ricevimento si invita cortesemente a chiedere un appuntamento (per e-mail o per telefono): in mancanza di appuntamento non è detto che il docente sia effettivamente in ufficio.

# Dove trovo tutto quello che devo sapere su questo corso?

Dalla pagina del docente **danilopani.it**, alla voce Insegnamenti, è possibile raggiungere le schede su ESSE3 degli esami professati da ogni docente



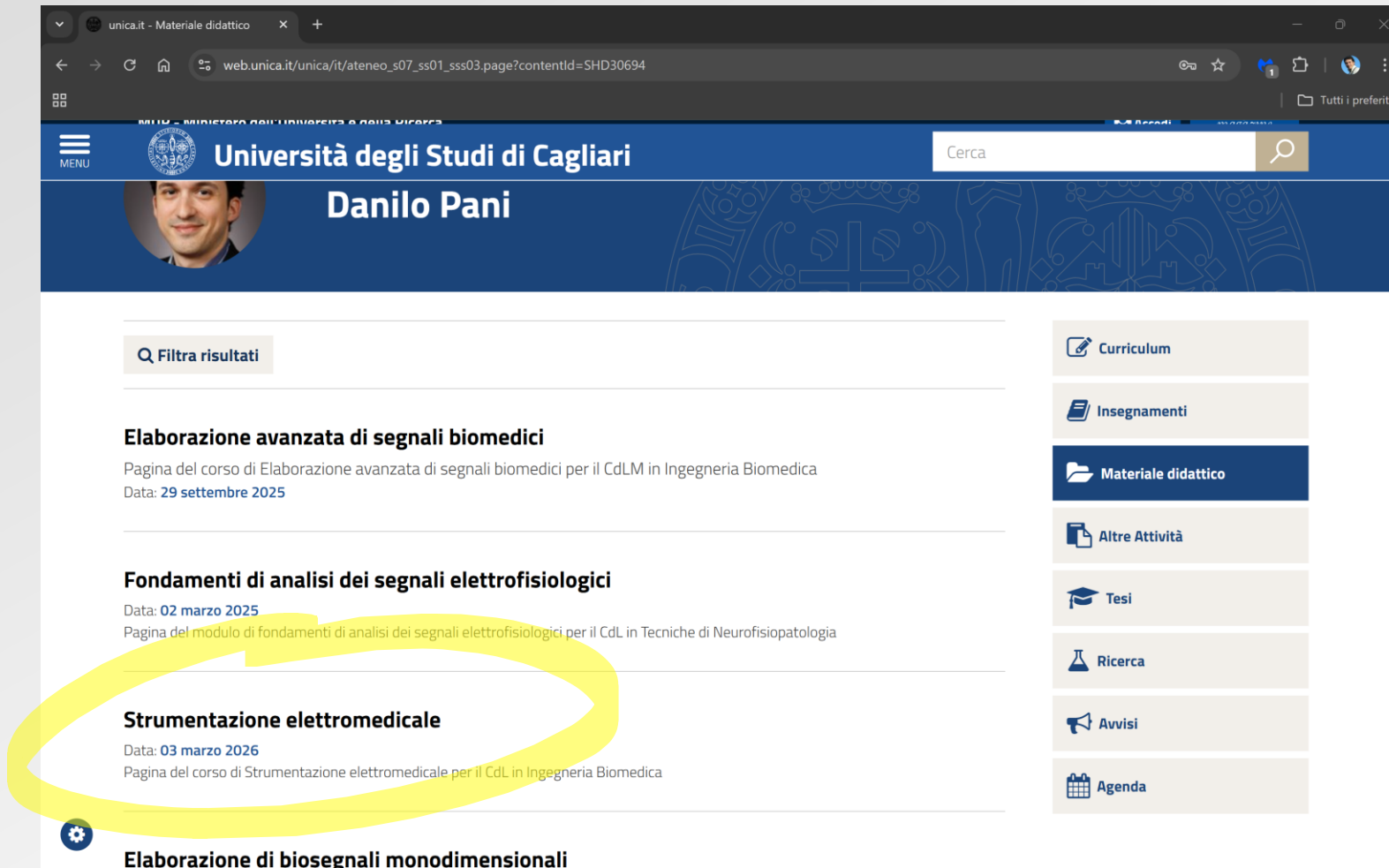
The screenshot shows a web browser window displaying the website of the University of Cagliari. The page is titled 'web.unica.it/unica/it/ateneo\_s07\_ss01\_sss02.page?contentId=SHD30694'. The header includes the logo of the University of Cagliari, the text 'Università degli Studi di Cagliari', and navigation links for 'Ateneo', 'Futuri studenti', 'Studenti', 'Laureati', 'Ricerca', and 'Società e territorio'. A search bar is visible. A blue overlay box contains the following text:

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!**

Below the overlay, the page shows a section for selecting the academic year ('Seleziona l'Anno Accademico:') with options for 2025/2026, 2024/2025, 2023/2024, and 2022/2023. A sidebar on the right contains a menu with items: 'Insegnamenti', 'Materiale didattico', 'Altre Attività', and 'Tesi'.

# Dove trovo il materiale didattico?

- **danilopani.it** quindi andate alla sezione «materiale didattico» e scegliete questo corso



The screenshot shows a web browser displaying the profile page of Danilo Pani on the website danilopani.it. The browser's address bar shows the URL: `web.unica.it/unica/it/ateneo_s07_ss01_sss03.page?contentId=SHD30694`. The page header includes the logo of the Università degli Studi di Cagliari and the name 'Danilo Pani'. A search bar is visible in the top right corner. On the right side of the page, there is a vertical navigation menu with the following items: Curriculum, Insegnamenti, **Materiale didattico** (highlighted in blue), Altre Attività, Tesi, Ricerca, Avvisi, and Agenda. The main content area on the left lists several courses. The course 'Strumentazione elettromedicale' is highlighted with a yellow oval. Below this course, there is a gear icon and the text 'Elaborazione di biosegnali monodimensionali'.

**Strumentazione elettromedicale**  
Data: 03 marzo 2026  
Pagina del corso di Strumentazione elettromedicale per il CdL in Ingegneria Biomedica

# Dove trovo il materiale didattico?

- **danilopani.it**

Il materiale didattico è **fornito gratuitamente** a tutti gli studenti frequentanti, ed è sufficiente per la preparazione dell'esame. 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:

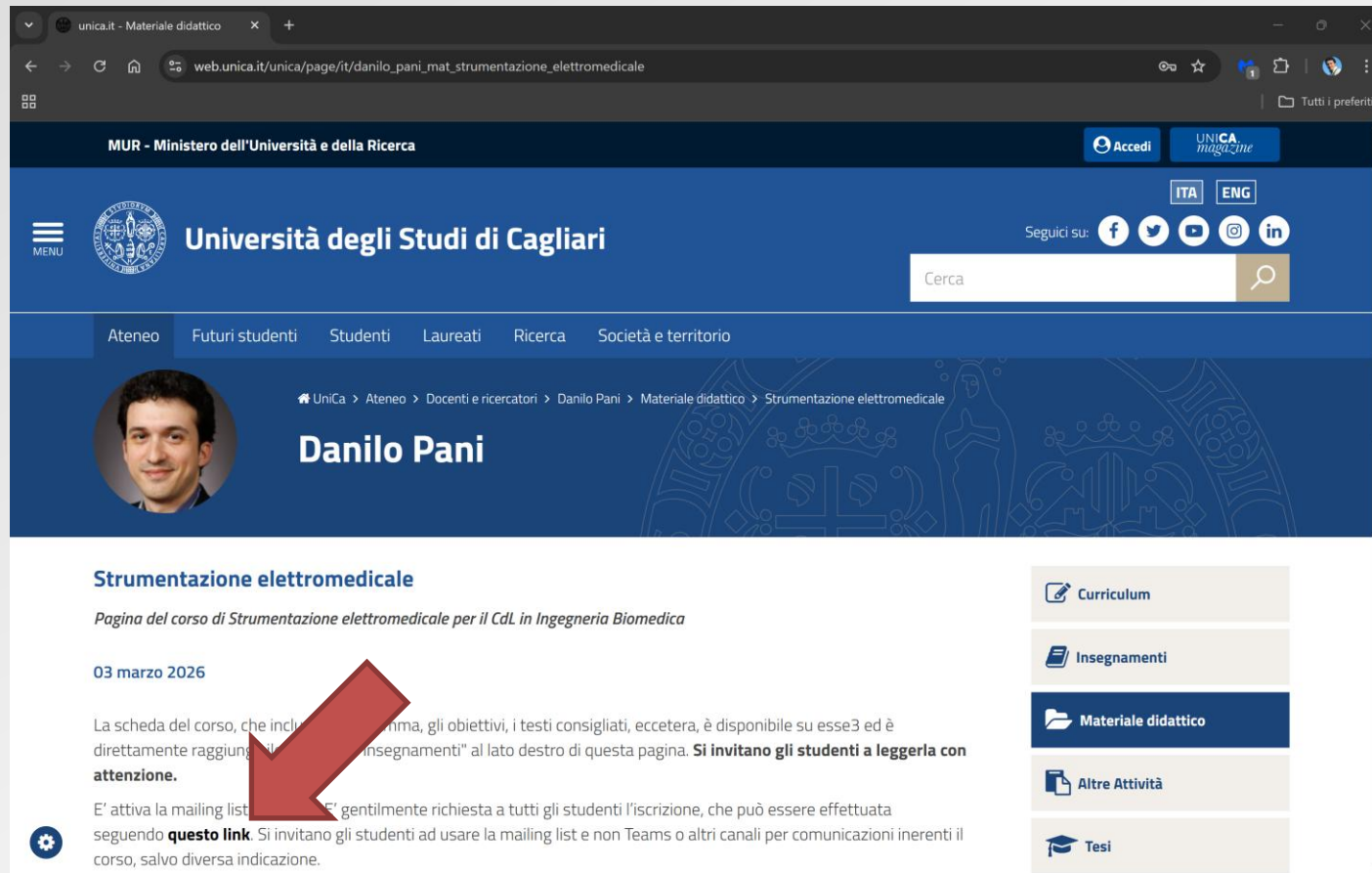
e si applica anche ai file .zip contenenti il materiale per le esercitazioni di laboratorio. E' vietata la redistribuzione del materiale didattico in qualsiasi forma, anche senza fini di lucro.

Per seguire proficuamente il corso non è necessario acquistare libri: le dispense (e la frequenza!!!) sono sufficienti.

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

# Mailing list

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



The screenshot shows a web browser window displaying the UniCa website. The page is for the course 'Strumentazione elettromedicale' by Danilo Pani. A red arrow points to the text: 'E' attiva la mailing list del corso. E' gentilmente richiesta a tutti gli studenti l'iscrizione, che può essere effettuata seguendo **questo link**. Si invitano gli studenti ad usare la mailing list e non Teams o altri canali per comunicazioni inerenti il corso, salvo diversa indicazione.'

**Strumentazione elettromedicale**  
Pagina del corso di Strumentazione elettromedicale per il CdL in Ingegneria Biomedica

03 marzo 2026

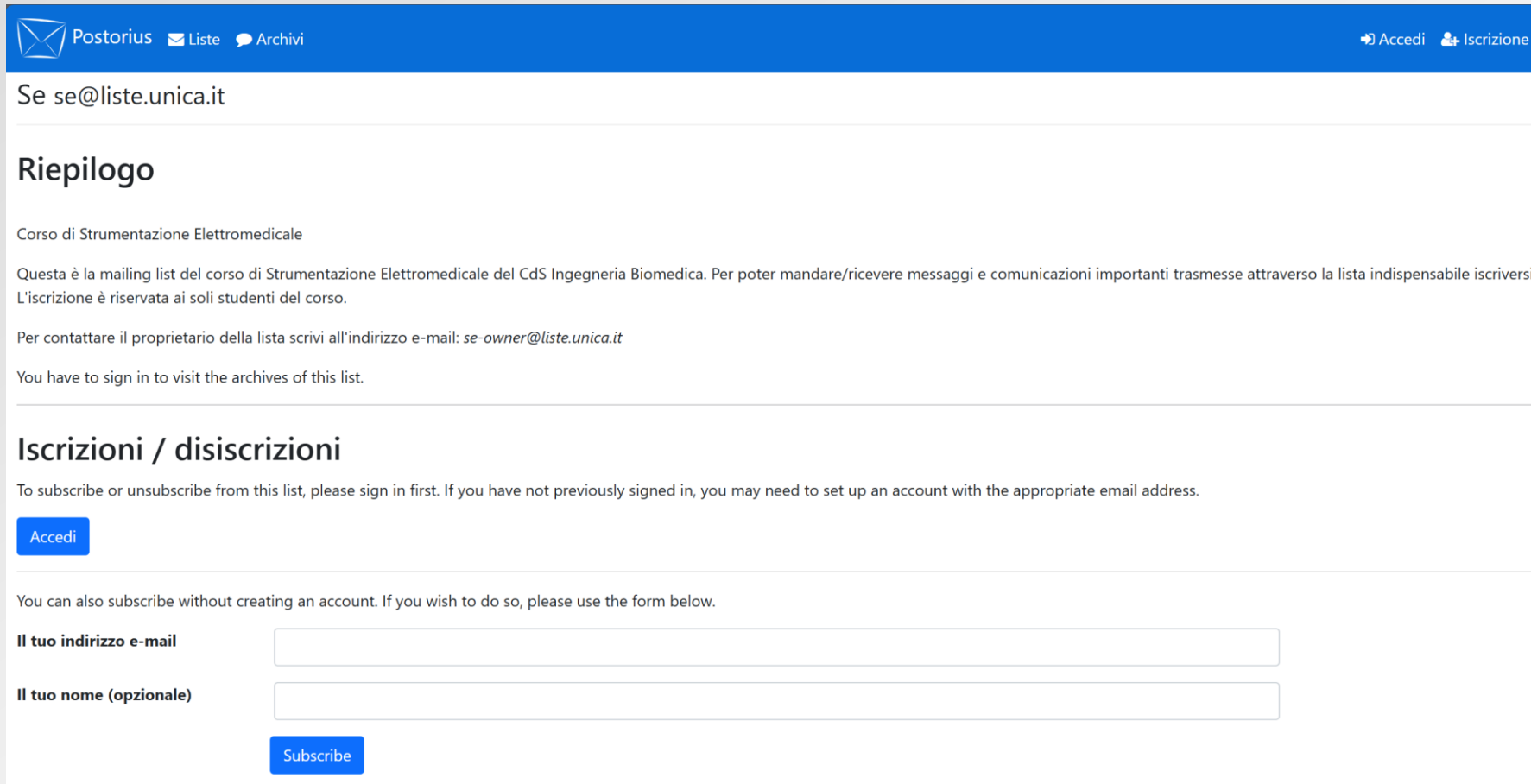
La scheda del corso, che include il programma, gli obiettivi, i testi consigliati, eccetera, è disponibile su esse3 ed è direttamente raggiungibile cliccando su "Insegnamenti" al lato destro di questa pagina. **Si invitano gli studenti a leggerla con attenzione.**

E' attiva la mailing list del corso. E' gentilmente richiesta a tutti gli studenti l'iscrizione, che può essere effettuata seguendo **questo link**. Si invitano gli studenti ad usare la mailing list e non Teams o altri canali per comunicazioni inerenti il corso, salvo diversa indicazione.

Curriculum  
Insegnamenti  
Materiale didattico  
Altre Attività  
Tesi

# Mailing list

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



The screenshot shows the Postorius interface for a mailing list. At the top, there is a blue navigation bar with the Postorius logo, links for 'Liste' and 'Archivi', and buttons for 'Accedi' and 'Iscrizione'. Below the navigation bar, the page title is 'Se se@liste.unica.it'. The main content area is titled 'Riepilogo' and contains the following text: 'Corso di Strumentazione Elettromedicale', 'Questa è la mailing list del corso di Strumentazione Elettromedicale del CdS Ingegneria Biomedica. Per poter mandare/ricevere messaggi e comunicazioni importanti trasmesse attraverso la lista indispensabile iscriversi. L'iscrizione è riservata ai soli studenti del corso.', 'Per contattare il proprietario della lista scrivi all'indirizzo e-mail: *se-owner@liste.unica.it*', and 'You have to sign in to visit the archives of this list.' Below this, there is a section titled 'Iscrizioni / disiscrizioni' with the instruction: 'To subscribe or unsubscribe from this list, please sign in first. If you have not previously signed in, you may need to set up an account with the appropriate email address.' There is a blue 'Accedi' button. Below that, it says 'You can also subscribe without creating an account. If you wish to do so, please use the form below.' The form has two input fields: 'Il tuo indirizzo e-mail' and 'Il tuo nome (opzionale)'. Below the form is a blue 'Subscribe' button.

# 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, o per decidere insieme date di compiti e cose simili.
- La lista è anche uno spazio per voi dove discutere sulle tematiche del corso, confrontarvi sugli esercizi, eccetera.
- Il docente e i tutor monitorano 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 oggi stesso**

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

Esistono propedeuticità indicate nel regolamento del corso di laurea: trattandosi di un corso del III anno, è richiesto di aver sostenuto l'esame di fisica 2 e analisi matematica 2.

In generale è importante che siano ben presenti le informazioni di base relative all'anatomia e alla fisiologia (aspetti morfo-funzionali delle cellule eccitabili, del sistema nervoso, dell'apparato muscolo-scheletrico e cardio-circolatorio), alla teoria dei segnali (analisi in frequenza, sistemi lineari tempo-invarianti, filtri digitali in Z), all'elettronica analogica (circuiti con operazionali).

# Quali sono gli obiettivi di questo corso?

L'obiettivo principale del corso di Strumentazione Elettromedicale è quello di fornire allo studente una panoramica sulla strumentazione elettromedicale e relativi sensori per segnali elettrofisiologici e parametri vitali. Il laboratorio affianca la presentazione di sensori e strumenti all'esperienza pratica con poligrafi e dispositivi medici commerciali.

I contenuti del corso contribuiscono a formare le competenze richieste allo studente nell'ambito dell'ingegneria dell'informazione, con applicazione non solo nell'avanzamento negli studi ma anche direttamente nel mondo del lavoro, in tutti quegli ambiti nei quali è richiesta una conoscenza di base di strumentazione elettromedicale (ingegneria clinica, produzione e assistenza su dispositivi elettromedicali, product specialist in ambito elettromedicale).

# Quali sono gli obiettivi di questo corso?

**Conoscenza e capacità di comprensione.** Alla fine del corso ci si aspetta che lo studente conosca:

- gli aspetti principali legati alla strumentazione elettromedicale, alle problematiche correlate al suo uso e alla sicurezza del paziente e dell'operatore
- varie tipologie di sensori e trasduttori e loro caratteristiche fisico-elettroniche in regime statico e dinamico.
- sistemi di misura utilizzati in ambito biomedicale, elementi base che li compongono e principi fisici alla base delle misure
- la struttura base di alcuni strumenti elettromedicali per segnali elettrofisiologici
- le modalità operative di base per l'esecuzione di esami con tale strumentazione e le problematiche principali.

# Quali sono gli obiettivi di questo corso?

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione.** Alla fine del corso ci si aspetta che lo studente sia in grado di:

- analizzare le specifiche tecniche di uno strumento elettromedicale
- coadiuvare un clinico nella gestione corretta di una misura con la strumentazione studiata
- identificare i sensori più adatti per un dato segnale e introdurli correttamente nella catena di misura
- applicare quanto acquisito nella progettazione di nuovi sistemi di misura in ambito biomedicale.

# Quali sono gli obiettivi di questo corso?

**Autonomia di giudizio.** Alla fine del corso ci si aspetta che lo studente sia in grado di individuare autonomamente le problematiche inerenti a una specifica acquisizione di segnali vitali, proponendo criteri adeguati per il miglioramento della stessa. È inoltre fondamentale che lo studente sappia valutare autonomamente le differenze fra diversi strumenti/sensori per il medesimo fine, in modo da proporre l'adozione della soluzione migliore in relazione ad un ben identificato problema di acquisizione.

**Abilità comunicative.** 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 compresi senza fraintendimenti da un interlocutore con conoscenze tecniche adeguate, e da veicolare i concetti essenziali anche verso un interlocutore non tecnicamente competente.

# Quali sono gli obiettivi di questo corso?

**Capacità di apprendimento.** Alla fine del corso ci si aspetta che lo studente abbia il bagaglio di conoscenze e le metodologie necessarie ad approfondire autonomamente nel prosieguo degli studi e nella pratica professionale (ivi inclusi i tirocini formativi) la propria preparazione nell'ambito della strumentazione elettromedicale, essendo in grado di affrontare lo studio della progettazione di dispositivi elettromedicali (dimensionamento dei circuiti, ...) alla luce delle nozioni apprese all'interno del corso, di comprendere le modalità di verifica di sicurezza elettrica dei dispositivi elettromedicali di base, di saper cogliere i cambiamenti tecnologici nel settore.

# Qual è il programma del corso?

- Introduzione alla strumentazione elettromedicale.
  - Cenni storici. Classificazione della strumentazione. Strumentazione analogica e digitale. Schema generale di uno strumento elettromedicale di misura. Misure dirette e indirette, invasive e non invasive, di segnali a tempo continuo o campionati, attive e passive.
- Sicurezza elettrica e aspetti normativi
  - Classificazione dei dispositivi medicali secondo la normativa vigente e problemi legati alla sicurezza elettrica. Microshock e macroshock. Parti applicate e dispositivi tipo CF, BF, B. Alcune metodiche e componenti per l'isolamento elettrico del paziente a livello di strumentazione e di impianti di sala. Test di sicurezza.

# Qual è il programma del corso?

- Introduzione alla sensoristica
  - Cos'è un sensore? Quali sono i parametri fisici/chimici di interesse in ambito biomedico?
  - Fondamenti di misure in ambito biomedico
  - Classificazione dei sensori e delle misure in ambito biomedico
- Sensori fisici
  - Sensori temperatura
    - Sensori RTD
    - Termistori
    - Sensori di temperatura integrati
  - Sensori meccanici (forza/deformazione)
    - Strain gauge
    - Sensori piezoelettrici
- Sensori chimici
  - Sensori amperometrici
  - Sensori potenziometrici
- Elettrodi per biopotenziali (cenni)

# Qual è il programma del corso?

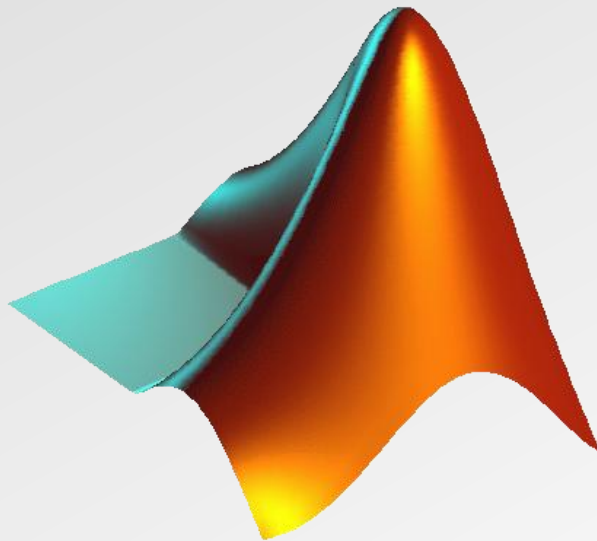
- Richiami di elettrofisiologia del cuore. Collegamento fra attività delle cellule eccitabili, fasi del ciclo cardiaco e segnale. Origine del tracciato ECG, derivazioni. Il sistema a 12 derivazioni. L'elettrocardiografo come strumento di misura: caratteristiche generali. Elettrodi e cavo paziente. Sorgenti di disturbo, sbilanciamento di impedenza e reiezione del modo comune. Circuiti fondamentali dell'elettrocardiografo (protezione da sovratensioni, misura di impedenza e lead-off detector, preamplificazione, ripristino dello zero, pilotaggio della gamba destra). Specifiche generali di un elettrocardiografo. Esempio di elettrocardiografo interpretativo commerciale. L'ECG dinamico: Holter e prova da sforzo. Cenni ai sistemi terapeutici di elettrostimolazione cardiaca: defibrillatori, cardioversori elettrici, pace-maker.
- Elettromiografia: origine dei biopotenziali e diversa forma del segnale in funzione del tipo di esame. Elettrodi per EMG. Elettroencefalografia (ENG): fondamenti, tipologia di analisi. Stimolazione elettrica. Elettrodi per ENG.

# Qual è il programma del corso?

- Elettroencefalografia: origine dei biopotenziali. Potenziali evocati (EP). Elettrodi per EEG e montaggi standard. Parti e caratteristiche fondamentali di un elettroencefalografo. Misura di impedenza e selezione degli ingressi. Filtri applicabili. Brain-Computer Interface.
- Monitor multiparametrici. Misura della frequenza respiratoria. Misura della saturazione di ossigeno nel sangue. Fotopletismografia a infrarossi. Misura della pressione arteriosa, invasiva e non invasiva. Misura della temperatura corporea nei monitor multiparametrici.

# Laboratorio... dove e come?

- Il corso ha una durata di 50 ore, delle quali circa 10 saranno destinate a esercitazioni di laboratorio. Per frequentare i laboratori è indispensabile frequentare le lezioni teoriche.
- Le esercitazioni di laboratorio si svolgeranno mediante l'uso del software MATLAB, installato sul proprio PC, e mediante il poligrafo BIOPAC MP36 e il software Student Lab, associato



# Metodo

- Il corso si basa su un approccio didattico tradizionale (lezioni frontali) al quale si unisce una significativa parte di laboratorio con strumentazione reale. L'obiettivo è quello di cercare di presentare la strumentazione e le problematiche di misura, con un approccio basato sull'esperienza diretta. In laboratorio è infatti possibile approcciare problemi pratici di acquisizione e analisi dei segnali elettrofisiologici e vitali.

# Cos'altro oltre le dispense?

Le dispense sintetizzano concetti presi da diversi testi al fine di rendere più semplice la preparazione dell'esame. Non si tratta però di un libro di testo, quindi non è possibile trovarvi approfondimenti relativi ad argomenti accennati a lezione. Questo comporta difficoltà in caso di assenza o mancata comprensione di una tematica.

Nel sito sono indicati alcuni testi di consultazione, ma quelli che maggiormente potreste trovare utile anche nel seguito degli studi sono:

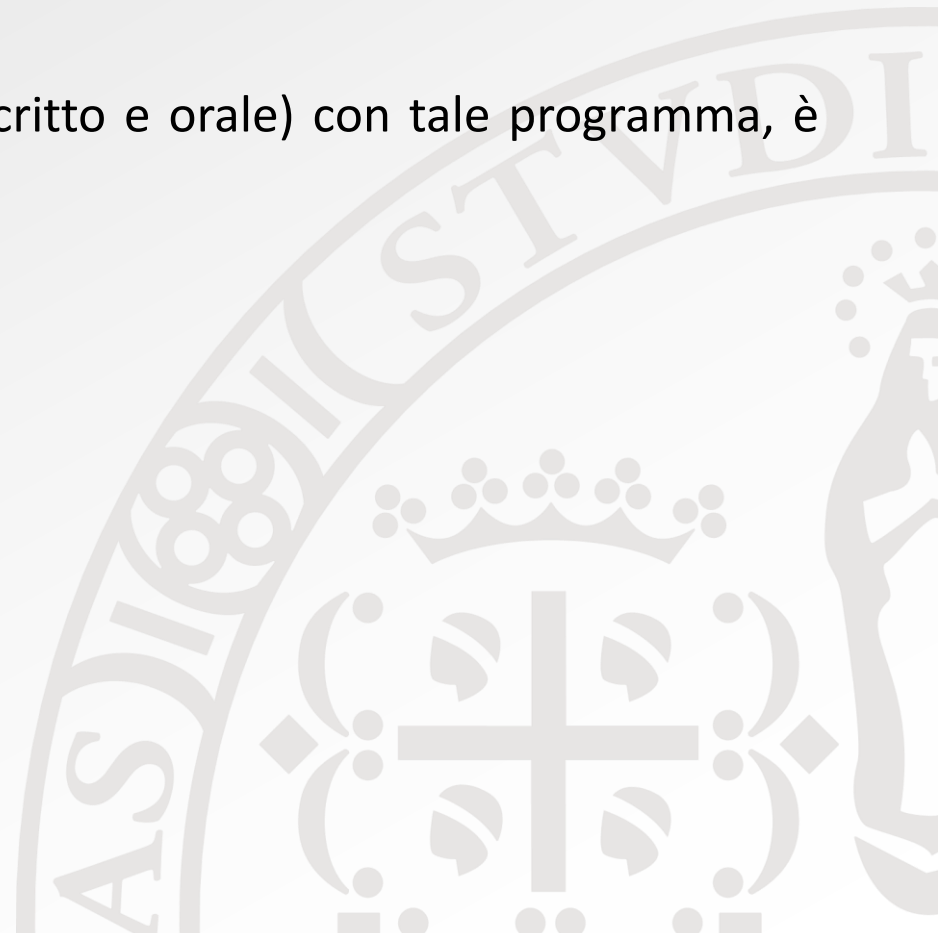
- John G. Webster, *Strumentazione Biomedica – Progetto ed applicazioni*, EdiSES 2010 (costo 49€, disponibile in biblioteca)
- De Rossi, Ahluwalia, Mazzoldi, Pede, Scilingo, *Sensori per misure biomediche*, Collana di Ingegneria Biomedica, Patron Editore.

# Come sarà l'esame?

- L'esame sarà diviso in due prove: una scritta e un orale:
  - Prova scritta sui sensori (Viola)
    - 10 domande a risposta multipla (1 pt giusta, -0.5 pt non corretta, 0 pt non risposta);
    - 2 domande a risposta aperta, 10 punti a domanda.
  - Prova orale sugli altri argomenti del corso (Pani) nello stesso appello
- **L'esame non è divisibile**
- Chi si presenta a sostenere nuovamente una prova già sostenuta perde il voto della prova precedente sempre e comunque.

# Come ci si iscrive all'esame?

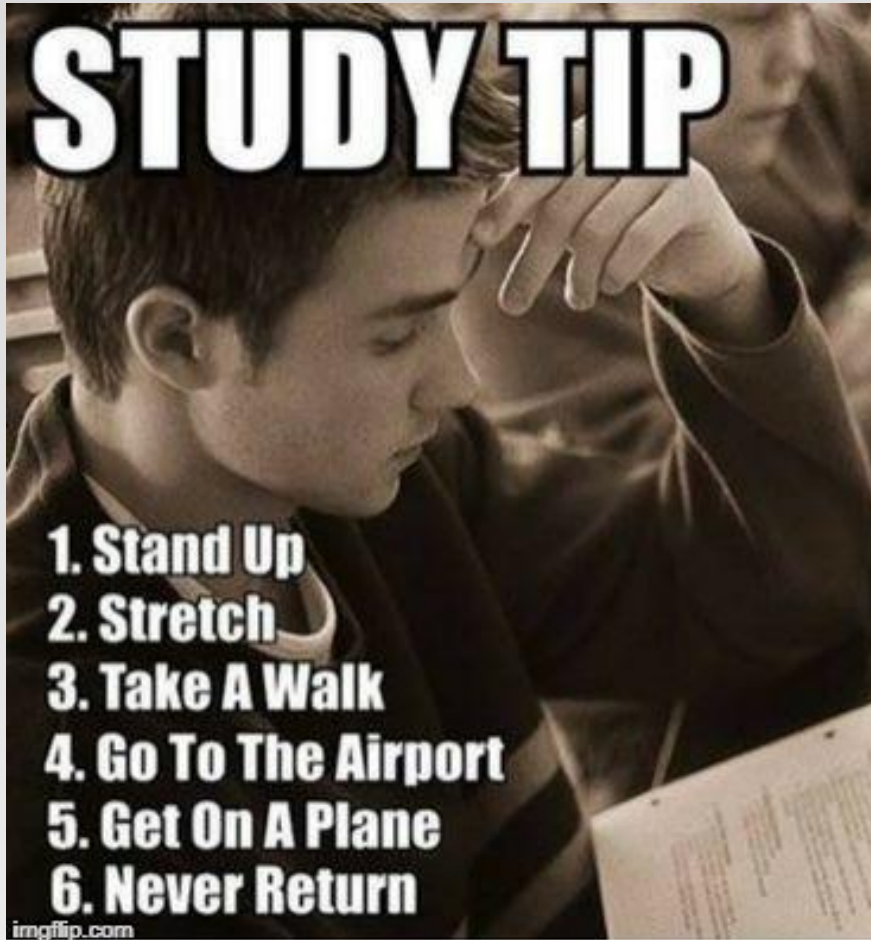
- DM 509: inviando una mail al docente (danilo.pani@unica.it)
- DM 270: tramite esse3 (<https://unica.esse3.cineca.it/>)
- Chi avesse seguito in anni passati e volesse sostenere l'esame (scritto e orale) con tale programma, è pregato di segnalarlo inviando un mail al docente.



# Come studiare per questo corso?

- Frequentare le lezioni è indispensabile. Le dispense sono esaustive ma insufficienti per chi non frequenta.
- La frequenza ai laboratori è molto importante per capire appieno gli argomenti trattati e per approcciarsi alla strumentazione reale
- Metodo:
  - **Evitare di lasciarsi arretrati** specialmente sulle parti che contengono il laboratorio.
  - **Intervenire a lezione**, o con tutti gli strumenti a disposizione: se non avete chiaro qualcosa forse anche per i vostri colleghi è lo stesso...
  - Assicurarvi di saper gestire tutte le esercitazioni (una prova con il BIOPAC potrebbe essere richiesta anche all'orale)
- Inoltre...

## Per la parte sui sensori...



- Le slides proiettate a lezione contengono tutti i concetti fondamentali.
- Frequentando le lezioni, possono essere uno strumento di studio completo.
- Il libro suggerito è pensato per ingegneri biomedici.
- Per alcune parti, si farà riferimento alla letteratura scientifica.
- La ricerca (e condivisione?) di materiale aggiuntivo è fortemente incoraggiata.

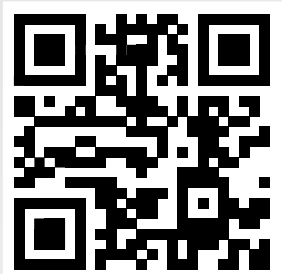
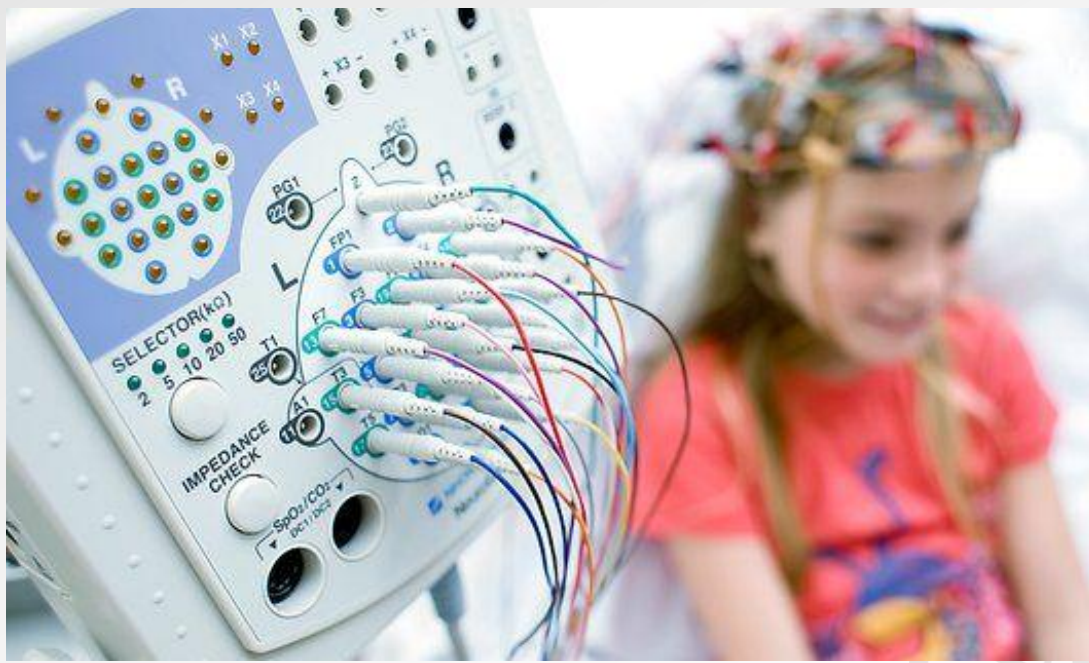


**Università degli Studi di Cagliari**  
Facoltà di Ingegneria e Architettura  
Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica

**BASTA  
VIOLENZA  
SULLE DONNE**



Domande?



**MeDSP**

Medical Devices and Signal Processing Lab