

Laboratorio di Segnali e Sistemi

Canale G-Pa

- Chapter 0 -

Introduzione del corso



Claudio Luci

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

last update : 070117

Sommario del Capitolo

- Come contattare il docente
- orari delle lezioni e delle esercitazioni
- Organizzazione dei gruppi delle esercitazioni
- Relazione di laboratorio
- Programma delle lezioni
- Programma delle esercitazioni
- Libri di testo
- Modalità dell'esame

Come contattare il docente

- ❑ **Docente:** Claudio Luci; claudio.luci@roma1.infn.it
ufficio: Edificio Marconi, secondo piano, stanza 251-A
tel. 06 49914334

- ❑ **Esercitori:** Fabio Anulli; fabio.anulli@roma1.infn.it
Valerio Bocci; valerio.bocci@roma1.infn.it

- ❑ **Sito Web del corso:** http://www.roma1.infn.it/people/luci/corso_LabSS.html

- ❑ **Orario ricevimento:**
 - **Lunedì: 11-12 (in ufficio) ; oppure 15-19 (in laboratorio)**
 - **Martedì: 12-13 (in ufficio); oppure 16-18 (in ufficio)**
 - **Mercoledì: 10 – 12 (in ufficio)**

 - **oppure mandate un email per scegliere un altro orario**

Orari delle lezioni ed esercitazioni

Corso di 9 CFU: 6 CFU lezioni + 3 CFU esercitazioni
→ $6 \times 8 = 48$ ore di lezioni + $3 \times 12 = 36$ ore di esercitazioni

Orari Lezione:

➤ **Lunedì: 9-11; Martedì: 10-12** Aula Amaldi, Edificio Marconi

Inizio martedì 26 settembre; fine: martedì 10 gennaio

➤ → **27 giorni di lezione = 54 ore di lezione**

lunedì 18 dicembre (oppure martedì 19 dicembre): prova di esonero (risoluzione di esercizi)

Orari Esercitazioni:

➤ **Lunedì: 15-19** Laboratorio di Segnali e Sistemi, primo piano Edificio Marconi

Inizio lunedì 9 ottobre; fine lunedì 11 dicembre → 9 esercitazioni (lunedì 30 ottobre non si fa esercitazione)

Esercitazioni aggiuntive:

➤ **lunedì 2 ottobre (15-17)** : introduzione alla strumentazione del Laboratorio (via Meet/Zoom)

➤ **lunedì 18 dicembre**: esercitazione libera in laboratorio in preparazione della prova individuale (uno studente per volta)

lunedì 9 gennaio: prova pratica individuale.

Organizzazione dei gruppi di Laboratorio

- ❑ **La frequenza del laboratorio è obbligatoria, si può fare al massimo un'assenza**
- ❑ **A lezione verranno spiegate le esercitazioni che si faranno in laboratorio.**
- ❑ **il laboratorio può ospitare al massimo 21 + 14 gruppi per pomeriggio; ogni gruppo è formato da 3 studenti
→ 105 studenti per pomeriggio**
- ❑ **il lunedì pomeriggio studenti Luci; il martedì pomeriggio studenti Vignati e il mercoledì pomeriggio studenti Raggi.**
- ❑ **Cercheremo di avere lo stesso numero di studenti per canale, quindi potrebbe esserci una piccola migrazione di studenti tra canali**
- ❑ **Se qualcuno di voi non può fare il laboratorio il lunedì pomeriggio, potrebbe/dovrebbe cambiare canale (ma occorre un motivo valido).**
- ❑ **Iniziate a prenotarvi utilizzando il google form presente sul mio sito cercando di:**
 - **Formare gruppi di TRE studenti**
 - **Se siete soli, o in coppia, prenotatevi lo stesso sul google form, scegliendo un gruppo libero**
 - **I gruppi devono essere definiti al più presto, entro martedì 3 ottobre**

Relazione di Laboratorio

- ❑ Quattro anni fa la maggioranza degli studenti ha deciso che preferiva consegnare la relazione :
 - **Entro la mezzanotte del giorno successivo all'esercitazione.**

- ❑ Alcuni commenti degli studenti dello scorso anno:
 - *“avere due giorni per la consegna nel caso si avessero lezioni o impegni il giorno seguente all'esercitazione in laboratorio”*
 - *“consegnare la relazione il giorno dopo è una follia che porta lo studente a fare solo quello il giorno successivo”*

- ❑ **Proposta: entro mezzogiorno del terzo giorno (esempio: lunedì → entro le 12 del giovedì)**
 - ... abbiamo bisogno di tempo per correggerla, quindi prima la consegnate e meglio è !!

- ❑ **All'inizio dell'esercitazione seguente vi verrà riconsegnata con il voto (espresso in forma simbolica A-B-etc...) per permetterci una normalizzazione comune dei voti**

- ❑ **La prima esercitazione non concorre al voto finale (e poi si scarta un voto), quindi solo 7 esercitazioni concorrono al voto finale della relazione.**

Come scrivere la relazione

□ Dalla relazione si deve capire:

- cosa volete fare/misurare e perché lo volete fare (non ricopiate paragrafi interi dalle dispense)
- come realizzate/costruite il circuito di misura e che strumenti usate
- come prendete le misure, includendo i vari grafici ottenuti e le varie tabelle
- Risultato finale delle vostre misure
- Conclusioni (contronto con quanto aspettato, miglioramento delle misure, etc..)

□ In conclusione, un vostro collega (oppure il vostro esercitatore) dovrebbe essere in grado di ripetere/comprendere quello che avete fatto leggendo la vostra relazione

□ Farò degli esempi in un'altra lezione su come scriverla

□ In altri laboratori vi sono delle richieste diverse sul contenuto e la forma della relazione.

□ Consiglio: conservate le relazioni che scrivete e, prima dell'orale (per chi lo dovrà fare), rileggete tutte le relazioni

Programma delle lezioni

- ❑ Analisi dei segnali: **serie e trasformata di Fourier, teoremi di Thevenin e Norton**, trasformata di Laplace, **filtri passivi**, diagramma di Bode → **≈ 5 ore**
- ❑ Semiconduttori: **diodo a giunzione**, transistor BJT, polarizzazione e caratteristiche del transistor, amplificatore ad emettitore comune, modello a parametri ibridi; studio in frequenza, teorema di Miller, amplificatore a due stadi → **≈ 10 ore**
- ❑ Amplificatore Operazionale (OP-AMP): amplificatore invertente e non invertente, integratore e derivatore, amplificatore differenziale, filtri attivi → **≈ 4 ore**
- ❑ Elettronica digitale: algebra di Boole, circuiti logici, famiglia TTL, circuiti combinatori, flip-flop, contatori, convertitori DAC, ADC → **≈ 5 ore**

- ❑ **Esonero finale su questi quattro punti del programma (esercizi numerici): lunedì 18 dicembre (oppure 19 dicembre). Anche l'esame orale (per chi non supera l'esonero) sarà solo su questi argomenti.**

- ❑ Elaborazione numerica dei segnali (DSP): campionamento, teorema di Nyquist, aliasing, trasformata di Fourier discrete (DFT) → **≈ 2 ore**
- ❑ Il microcontrollore Arduino: struttura e funzionamento del microcontrollore ATMEL, la scheda Arduino DUE e programmazione da PC → **≈ 4 ore**

- ❑ **La somma delle ore fa 30, alle quali vanno aggiunte le spiegazioni delle esperienze, gli esercizi in preparazione dell'esonero e l'esonero.**

Gli argomenti in verde dovrete averli già fatti nei corsi precedenti

Programma delle esercitazioni

1. 9 ottobre: filtro RC e diodo
2. 16 ottobre: amplificatore a BJT ad emettitore comune senza capacità C_e
3. 23 ottobre: amplificatore a BJT ad emettitore comune con capacità C_e

lunedì 30 ottobre: nessuna esercitazione

4. 6 novembre: OPAMP-1 - slew rate, $G_x B$, sommatore non invertente
5. 13 novembre: OPAMP-2 - filtro attivo passa basso e generatore di rumore
6. 20 novembre: circuiti logici - porte logiche elementari e flip-flop
7. 27 novembre: circuiti logici – costruzione di un ADC
8. 4 dicembre: Arduino- familiarizzazione e operazioni di input/output
9. 11 dicembre: Arduino- analisi di Fourier e circuito completo (ovvero si utilizzano parti di circuito costruite nelle esercitazioni precedenti)

lunedì 9 gennaio : esonero prova pratica individuale

lunedì 18 dicembre : laboratorio libero per esercitarvi per la prova pratica individuale

Spiegazione delle esercitazioni

- ❑ Le lezioni teoriche devono essere sincrone con le esercitazioni, ovvero gli argomenti teorici affrontati durante l'esercitazione devono essere spiegati PRIMA dell'esercitazione.
Le lezioni vengono fatte alla vecchia maniera, ovvero gesso e lavagna (in passato gli studenti hanno criticato l'uso delle slides per fare lezione, quindi le ho abbandonate, però le slides delle lezioni le trovate sul mio sito).
- ❑ Inoltre io dedico un'ora di lezione a spiegare in dettaglio cosa dovrete fare in laboratorio. Per fare questo utilizzo delle slides che trovate anche sul mio sito (*grafici, circuiti, etc... è difficile riprodurli esattamente alla lavagna*).
- ❑ In genere le esercitazioni le spiego il giorno stesso delle esercitazioni, ovvero il lunedì mattina.
- ❑ Alcuni commenti degli studenti dello scorso anno:
 - **“Le esperienze di laboratorio vengono spiegate a ridosso delle esperienze; questo non dà tempo per assimilare bene i concetti per arrivare preparati.”**
 - **“le slides sono molto utili, anche se un pò confusionarie** (*a lezione faccio meno cose di quello riportato sulle slides*).
Non sempre è chiaro cosa bisogna fare in laboratorio (*forse perché almeno il 30% degli studenti non viene a lezione?*)
 - **“Uno dei peggiori corsi della triennale, ma non è una novità essendo un corso di laboratorio. La cosa che forse mi ha dato più fastidio è che le esperienze vengono praticamente spiegate poco, oppure spiegate completamente alla random. Capisco che è un corso sperimentale ma non siamo a ingegneria”** (*forse non era un mio studente? Lo spero molto.*)
- ❑ **Mio commento:** *purtroppo non posso anticipare la spiegazione delle esercitazioni, anche se volessi, perché non c'è il tempo materiale per farlo. Però, venire a lezione non è come andare al cinema (se si conosce il finale non c'è gusto a vedere il film); io invito sempre gli studenti a studiare a casa da soli l'argomento trattato a lezione, prima che sia svolto in classe, perché è il modo migliore e più rapido di apprendere il contenuto della lezione stessa.*

Libri di testo



- Andrea Nigro ha tenuto questo corso per molti anni fino a sei anni fa. Il libro è basato sulle sue dispense e copre tutti i contenuti del corso.
- il libro si può acquistare su Amazon sia in formato cartaceo che ebook.
- il libro è integrato dalle slides delle mie lezioni che troverete sul mio sito web.
- Per quanto riguarda la parte di elettronica vi sono tanti altri libri sul mercato, sia in italiano che in inglese, ad esempio tutti i libri di *Jacob Millman*, oppure:

➤ **Horowitz and Hill – The art of electronics**

- Infine... il web ... è una grande fonte di informazioni ... se sapete cosa cercare**

Formato Kindle
0,00 € Kindle Unlimited

Copertina rigida
24,00 €

Copertina flessibile
20,00 €

Questo e oltre 1 milione di titoli
disponibili con Kindle Unlimited
5,99 € per l'acquisto

1 Nuovo da 24,00 €

1 Nuovo da 20,00 €

Esame e voto finale

□ L'esame è costituito da tre passi:

1. **Relazioni di laboratorio con voto finale comune ai membri del gruppo**
(senza questo voto non si può fare l'esame ed occorre seguire di nuovo il laboratorio il prossimo anno).
2. **“Validazione” del voto delle relazioni con una prova pratica individuale.** Questa prova può cambiare il voto delle relazioni in positivo o in negativo; se si “fallisce” questa prova non si può accedere all'esame orale ed occorre rifarla. La prova individuale va sostenuta entro settembre 2024, altrimenti dovete seguire di nuovo il corso.
3. **Esame orale sugli argomenti del corso, incluse domande sul lavoro svolto in laboratorio e sulle relazioni**
(si consiglia di rileggere le relazioni prima dell'esame).
La prima domanda la potete scegliere voi.

□ Esoneri:

- se si supera l'esonero (esercizi) con un voto superiore o uguale a 18, si può “evitare” l'esame orale ed utilizzare questo voto
- se si supera l'esonero della prova pratica alla fine del corso, si può evitare di ripetere la prova pratica durante l'esame orale (solo per questo esonero, il testo della prova pratica ve lo comunico il giorno prima)

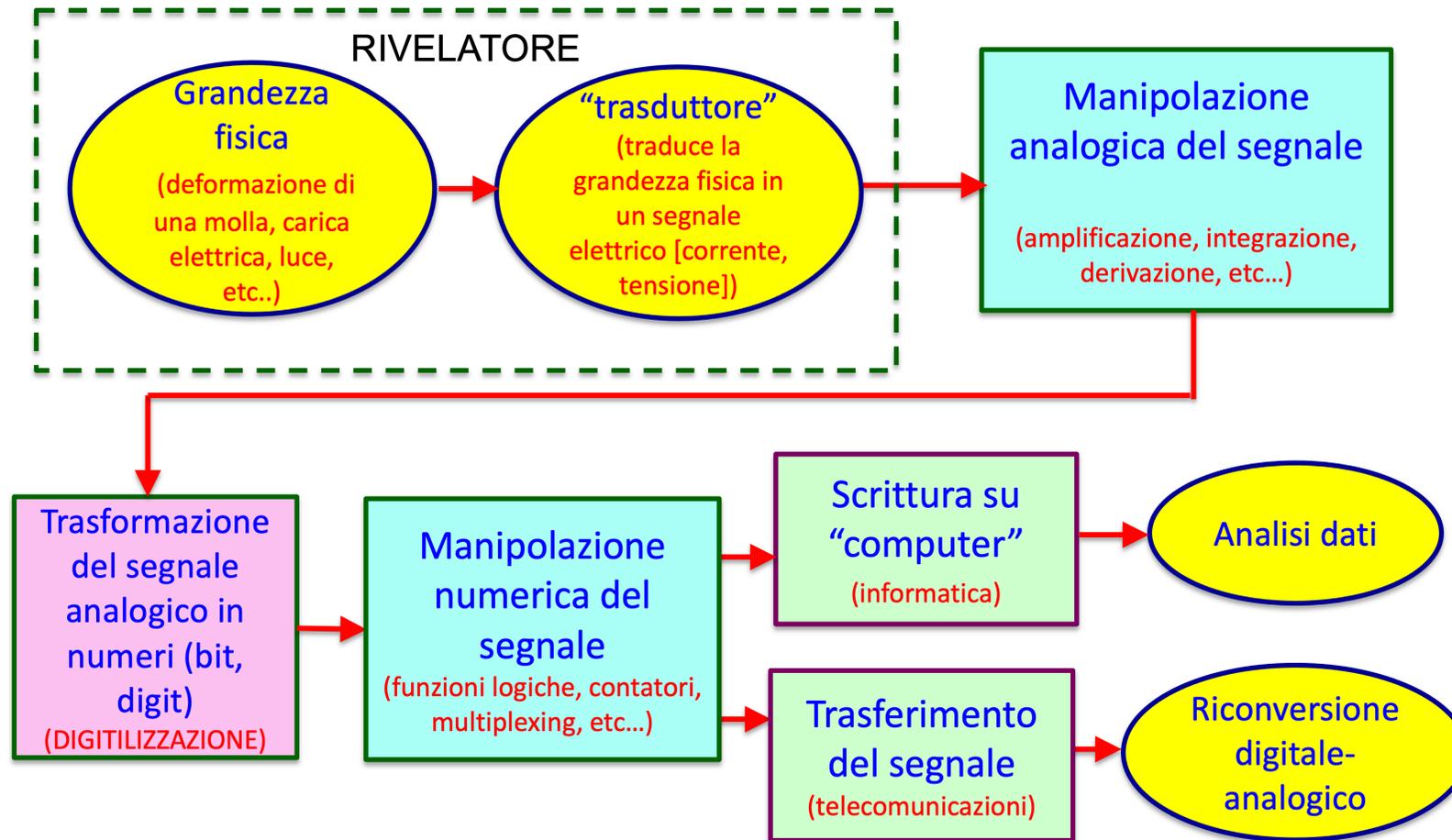
□ Voto finale: media tra il voto delle relazioni (validato con la prova pratica) ed il voto della prova orale.

Se si superano tutti gli esoneri, si può verbalizzare alla fine del corso a gennaio (o a febbraio) senza dover sostenere l'esame orale (ma se il voto proposto non piace, si può sostenere l'orale senza problemi). Se non si accetta il voto entro febbraio, poi si deve fare l'orale.

Cosa dovrete aver imparato alla fine del corso

- ❑ Questo è un corso di laboratorio della laurea in Fisica, quindi dovrete consolidare quanto già appreso nei laboratori precedenti su come si esegue un piccolo esperimento di Fisica (presa dati, trattamento degli errori, fit, etc...) e su come si scrive una relazione scientifica.
- ❑ In questo specifico laboratorio dovrete imparare a costruire ed usare dei circuiti elettronici che vi serviranno per:
 - Approfondimenti successivi durante altri laboratori o in futuri esperimenti
 - Approfondimenti in corsi specifici di elettronica
- ❑ Solo con questo corso non sarete in grado di “progettare” un circuito “vero”, ma dovrete essere in grado di “capire” i principi primi alla base di un circuito e alle motivazioni della loro scelta in un dato esperimento.
- ❑ Last but not least: se non riuscirete a diventare dei ricercatori in Fisica, oppure dei Professori di Fisica della scuola superiore, quasi sicuramente andrete a lavorare su uno degli argomenti trattati in questo corso e/o con la strumentazione che imparerete a usare in questo Laboratorio.

Introduzione all'elettronica.



L'elettronica studia la "manipolazione" ed il trasporto dei segnali

Digressione sugli errori di misura

- ❑ Una qualunque misura deve avere associato un errore!
- ❑ **Abbiamo tre tipi di errori:**
 - **Errore strumentale (errore massimo):** il valore vero si trova sicuramente al suo interno;
 - **Errore statistico:** vi è una certa probabilità che il valore vero sia contenuto all'interno dell'intervallo (1σ , 2σ , 3σ , etc...);
 - **Errore sistematico:** il valore vero differisce da quello misurato di una quantità incognita, tipicamente sempre nella stessa direzione (ad esempio calibrazione sbagliata dello strumento);
- ❑ **La predominanza di un errore rispetto ad un altro dipende dalla grandezza che si vuole misurare, dal processo di misura e dalla bontà dello strumento.**
 - **Esempio:** se misurate la lunghezza di un tavolo con un righello avrete a che fare solo con un errore massimo, ma se si utilizzasse un interferometro forse diventerebbero importanti le variazioni casuali della sua lunghezza dovute alla temperatura.
 - **Esempio:** la misura della massa dello Z al LEP era sensibile anche alla variazione della circonferenza dell'acceleratore dovuta all'effetto "marea".
- ❑ **Le misure che faremo in questo laboratorio saranno dominate dagli errori strumentali (errore massimo), quindi non è necessaria una trattazione statistica degli errori (a meno che non facciate un fit).**
- ❑ **Dovete "associare" un errore di misura ai vari strumenti: una scelta "ragionevole" potrebbe essere di qualche per mille.**
 - **N.B. sono strumenti digitali, l'errore dipende dalla precisione con la quale sono stati calibrati e da quanto la calibrazione rimanga costante. Non potete semplicemente prendere "l'ultima cifra".**



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Fine del Capitolo 0