

# Esperimentazioni di Elettronica

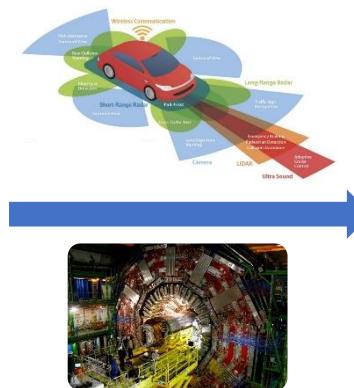
A.A. 2025/2026

Paolo Carniti, Claudio Gotti, Gianluigi Pessina, Davide Trotta

*Università / INFN Milano - Bicocca*

# Elettronica, sensori e rivelatori

Sistema fisico  
(di qualsiasi natura)

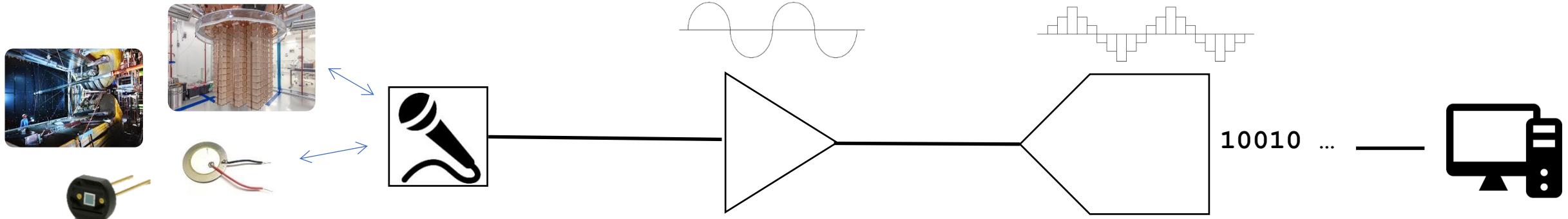


Necessità di:

- Studiarlo
- Misurarlo
- Analizzarlo

Qui entriamo in gioco:

- Occorre trasformare le variabili **fisiche** in quantità **elettriche** (rivelatori)
- Le quantità elettriche devono essere «robuste» (**amplificazione**)
- Le quantità elettriche devono essere trasformate in sequenze di numeri (**conversione ed acquisizione**)
- Infine le sequenze di numeri vanno interpretate (**analisi dati**)



**Sensore/rivelatore:**  
converte la quantità  
fisica in un impulso  
elettrico

**Front-end analogico:**  
amplifica e forma il  
segnale

**Convertitori e processori digitali:**  
calcolo, analisi, memorizzazione

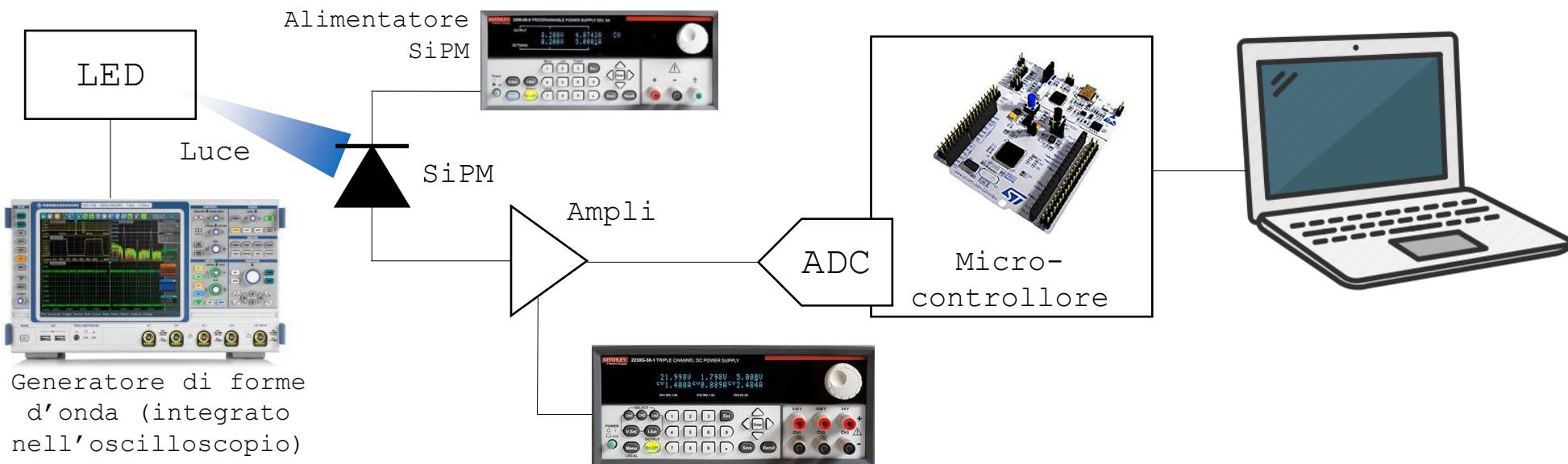
**Analisi dati:**  
Studio fenomeni fisici e  
confronto con modelli



Controllo remoto della  
strumentazione e del  
sistema fisico

# Esperimentazioni di Elettronica

Questo è il sistema che analizzeremo e realizzeremo in laboratorio in questo corso.



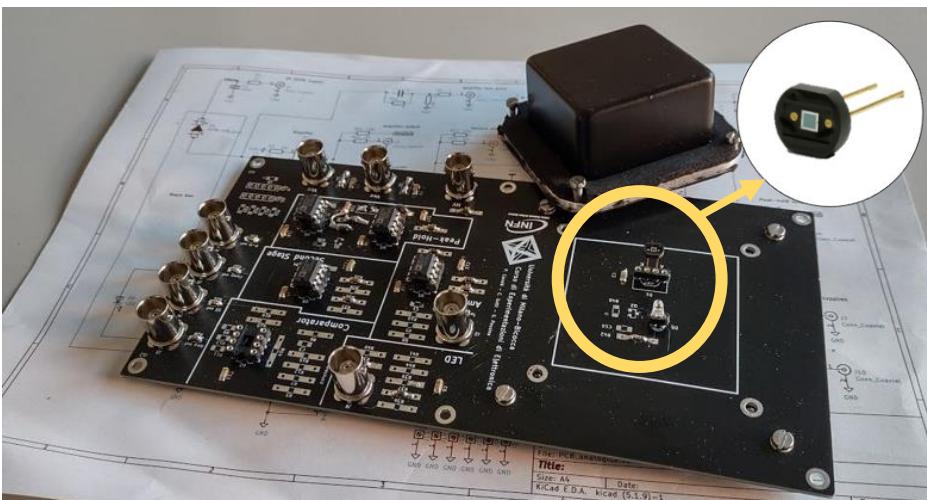
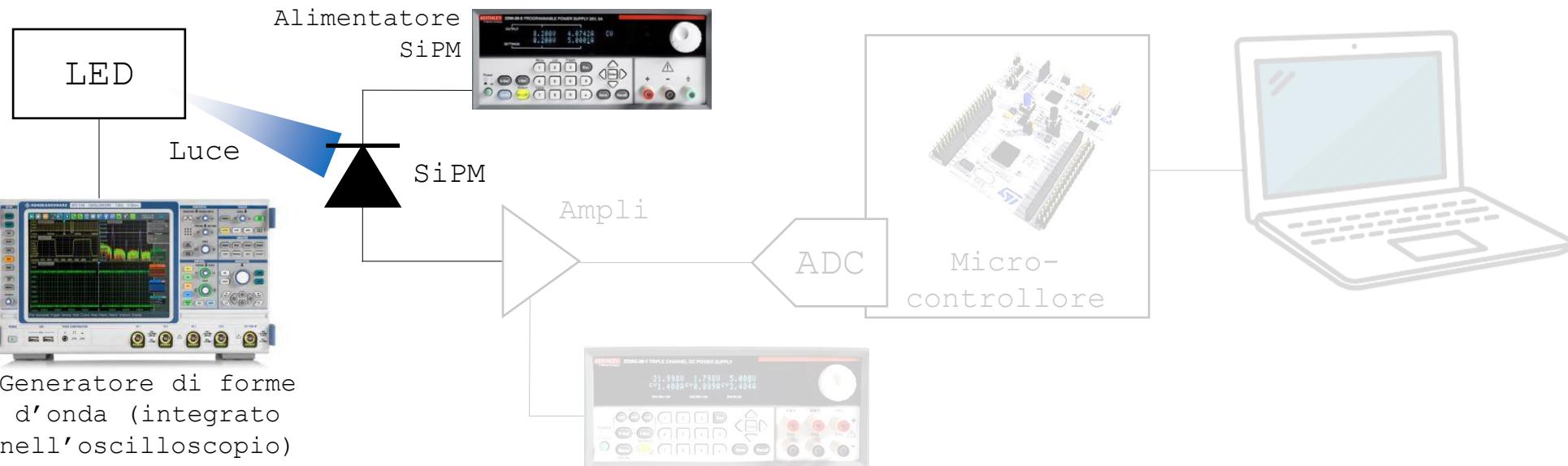
## Acquisizione ed analisi di segnali di SiPM (Silicon PhotoMultiplier)



**Obiettivo del corso:** prendere confidenza con la costruzione di un esperimento ed imparare ad usare la strumentazione alla base dell'attività sperimentale (i SiPM sono solo un esempio di rivelatore)

# Esperimentazioni di Elettronica

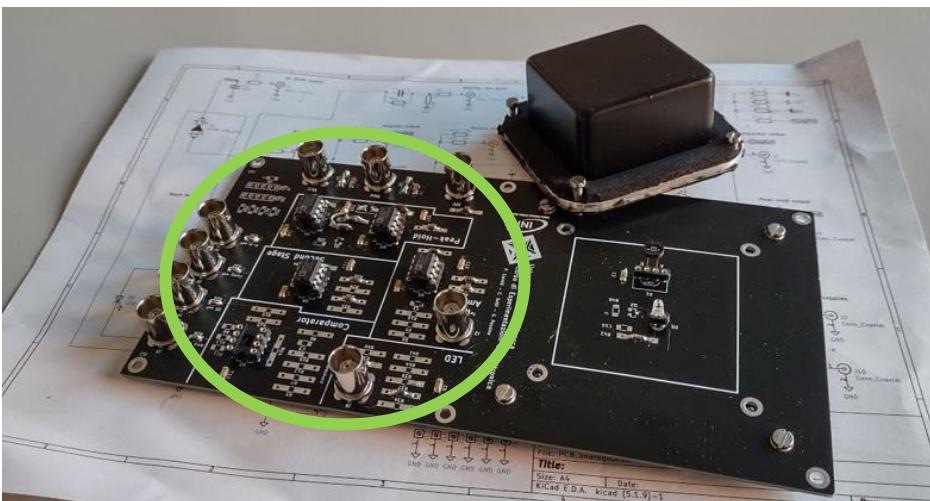
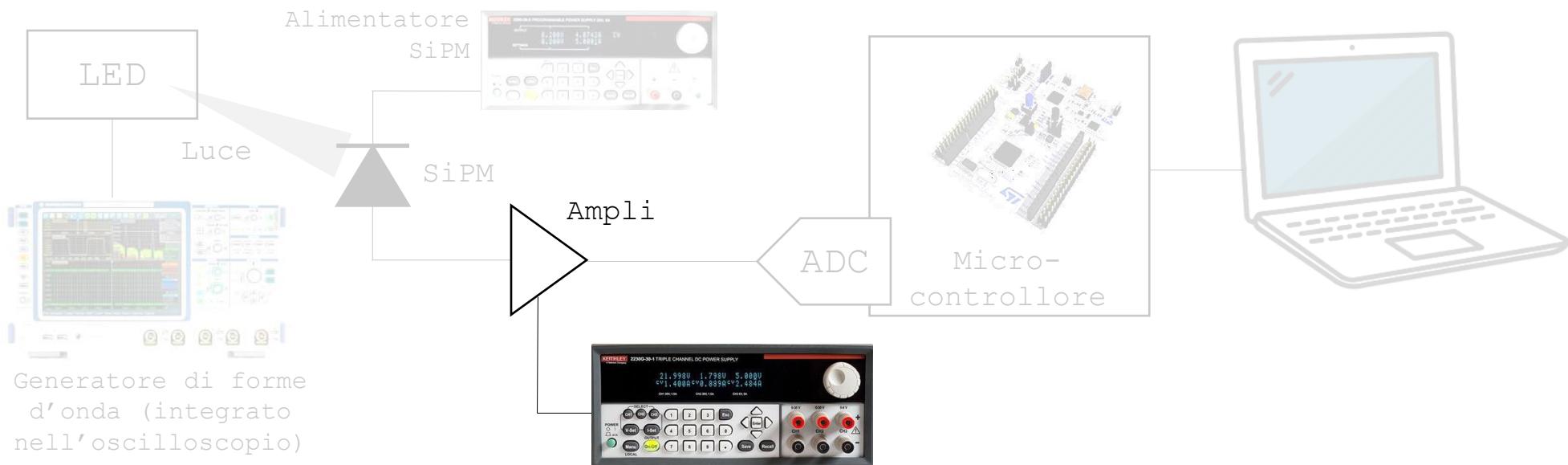
## Sensore: SiPM (Silicon PhotoMultiplier)



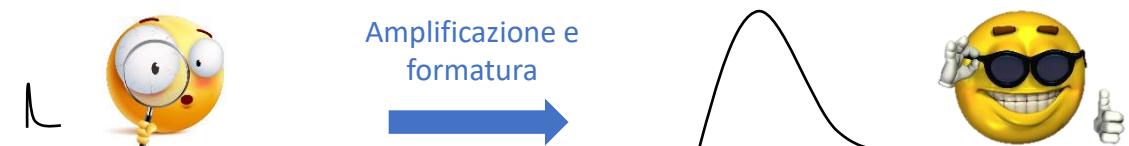
- I **SiPM** sono dei sensori di luce che ultimamente sono molto di moda: sempre più **esperimenti** li stanno utilizzando nei loro rivelatori oppure vengono considerati per aggiornamenti futuri. Adotteremo i SiPM come esempio rappresentativo di sensori in genere.
- Con un SiPM si riesce a contare il numero di fotoni incidenti sul sensore, riuscendo persino a rilevare i singoli fotoni.
- Simuleremo l'arrivo di un fotone sul SiPM (in un esperimento potrebbero essere fotoni Čerenkov o luce di scintillazione ecc.) illuminando il sensore con **segnali creati artificialmente** (usando un LED).

# Esperimentazioni di Elettronica

## Front-end analogico: amplificatore

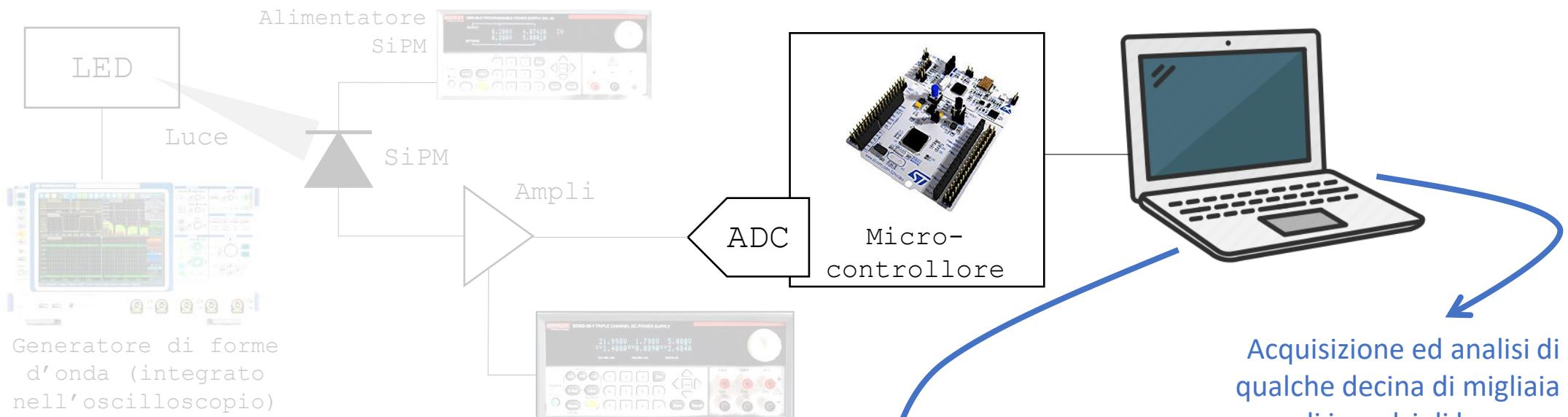


- Impareremo a gestire l'**amplificazione** e la **formatura** di un segnale con semplici **esperienze pratiche**.
- Proprio come si fa in un esperimento reale, si modella il segnale in modo da renderlo **più appetibile al sistema di digitalizzazione**.

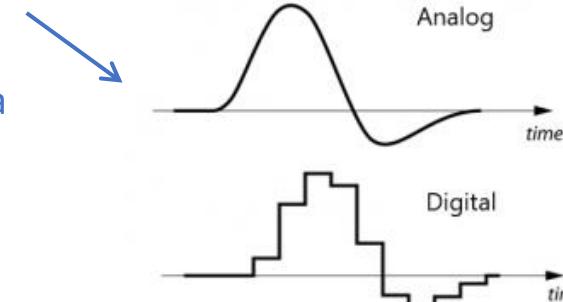


# Esperimentazioni di Elettronica

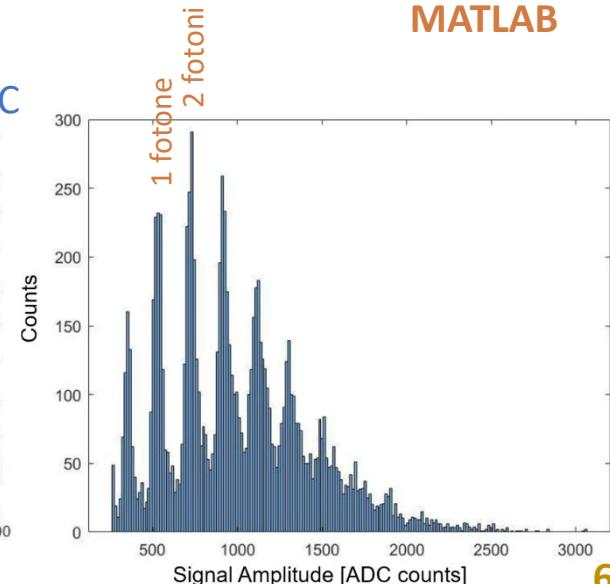
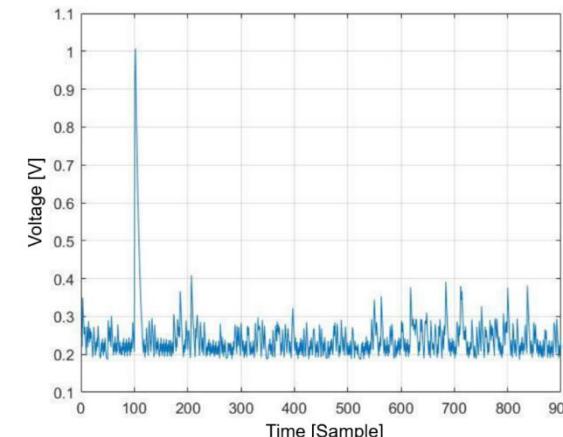
## Convertitore digitale: micro-controllore



- In tutte le applicazioni riguardanti sia gli esperimenti di fisica che le applicazioni di tutti i giorni tutto quello che riguarda il mondo analogico viene trasformato in una **serie di numeri**, viene quindi **digitalizzato**.
- Impareremo a **programmare e maneggiare** i sistemi dedicati a queste funzionalità.



Singolo impulso amplificato, digitalizzato ed acquisito su PC



Acquisizione ed analisi di qualche decina di migliaia di impulsi di luce con **MATLAB**

# Esperimentazioni di Elettronica

**Ricapitolando:** Il corso punta a fornire **conoscenze pratiche sulla gestione completa dei sistemi di rivelazione**.

Queste competenze sono fondamentali sia nel campo della ricerca che dell'industria.

**Più nel dettaglio**, le attività svolte nel corso saranno:

- Realizzazione di una catena di **amplificazione e acquisizione** dei segnali di SiPM.
- Programmazione di **microcontrollori**: controllo di un pulsante e di un LED tramite GPIO, gestione di un timer, uso degli interrupt, comunicazione tramite USART, convertitori A/D (analogico a digitale) e D/A (digitale ad analogico), gestione avanzata della memoria con DMA, ...
- Realizzazione di un algoritmo di **selezione** dei segnali (**trigger**).
- Trasferimento dei dati ad alta velocità con **MATLAB**.
- Utilizzo di **strumentazione di laboratorio**: oscilloscopi, generatori, alimentatori, etc...

Alla fine del corso si maturano conoscenze nell'uso della strumentazione di laboratorio più sofisticata, capacità di programmare microprocessori, ed acquisire e analizzare matematicamente dati di fisica reale.

# Esperimentazioni di Elettronica

Il corso si svolge al **primo semestre**. Totale **96 ore**.

**Due mattine a settimana, probabilmente mercoledì e giovedì, ≈ 4 ore ciascuna**, da subito in laboratorio.

- Le nostre mattine inizieranno con una breve lezione frontale introduttiva, fino a quando non acquisirete piena autonomia, seguita dall'applicazione immediata di quanto appreso. Tutte le attività si svolgeranno in laboratorio.
- Le lezioni frontali, della durata di poco più di un'ora, saranno finalizzate a fornirvi gli strumenti necessari per lavorare in modo indipendente. Non sono richieste conoscenze specifiche pregresse, se non quanto già trattato nei corsi precedenti del triennio.
- Utilizzerete il vostro computer personale (o quello del laboratorio) con cui gestirete la strumentazione durante tutte le fasi di sviluppo del corso.

Alla fine del corso occorre consegnare una **relazione sintetica dell'attività svolta**, seguita da un **colloquio** per discuterne il contenuto e verificare l'apprendimento dei concetti più importanti.

Per informazioni o curiosità scriveteci!

- Paolo Carniti – [pao.carniti@mib.infn.it](mailto:pao.carniti@mib.infn.it)
- Claudio Gotti – [claudio.gotti@mib.infn.it](mailto:claudio.gotti@mib.infn.it)
- Gianluigi Pessina – [gianluigi.pessina@mib.infn.it](mailto:gianluigi.pessina@mib.infn.it)
- Davide Trotta – [davide.trotta@mib.infn.it](mailto:davide.trotta@mib.infn.it)

**Syllabus A.A. 2024/2025** (scorso anno): <https://elearning.unimib.it/course/view.php?id=57341>

(*Syllabus A.A. 2025/2026 presto disponibile. Iscrivendovi, senza vincoli, verrete informati su tutte le date*)