Sebastiano.strangio@unipi.it
Gianluca.fiori@unipi.it http://gianlucafiori.org.

Teams
Iscriversi su agenda didattica e poi teams 74511

Ricevimento in via Caruso dopo la mail, anche su teams

- Lunedì in C21 ore in aula
- Venerdì AD113

Simulatore LTSpice da scaricare (lavora coi simboli dei dispositivi)
Software online su cui ci si registra → tinkercad registrarsi come utente e non studente
accesso con giuel87@gmail.com

Materiale

- Dopo ogni lezione appunti su teams
- sito di gianluca fiori

ESAME → lab con prova unica

- Traccia su esperienza fatta in lab → prima su carta
  → opzionale: simulare su LTSpice
  → realizzare l'oggetto su breadboard

+ 1/2 domande su quanto fatto o su un altro argomento teorico

master COPY COPISTERIA
master COPY COPISTERIA
master COPY COPISTERIA

30/09

ARGOMENTI DEL CORSO

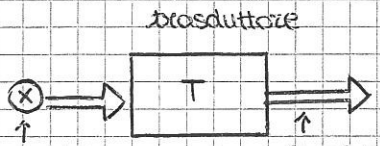
- **Strumentazione di misura**
  - alimentatore da banco (power supply) genera potenza
  - multimetro (multimeter) usato per misurare V, I, R, continuità
  - generatore di forme d'onda (arbitrary waveform generator)
  - oscilloscopio (oscilloscope) permette di visualizzare forme d'onda nel tempo

- **Front-end analogici** (es. amplificatore)
  - circuiti (amplificatori ad es) in grado di (adattare) il segnale ricevuto da un sensore in modo che possa essere acquisito in modo robusto da un apposito sistema di acquisizione

(adattare)
1. amplificare/attenuare
2. filtrare
3. adattare l'impedenza di ingresso / uscita

SENSORI & TRASDUTTORI

elemento sensibile → Trasduttore → Segnale elettrico



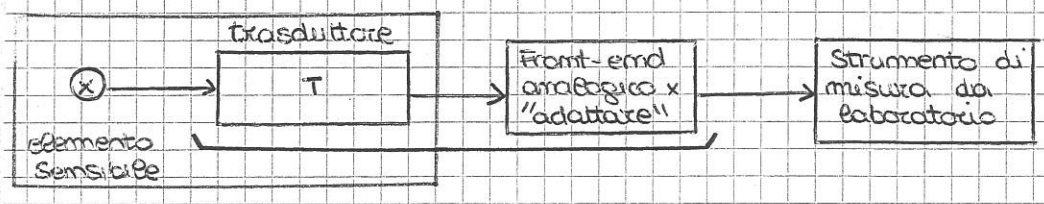
ATTIVO: sensibile + trasd.
alimentazione ext
ingo in out con adeguata potenza

PASSIVO: solo sensibile
no alimentazione
no segnali in out

- ▸ **SENSORE PASSIVO**: comprende solo l'elemento sensibile, non è in grado da solo di mandare segnali all'esterno, cioè non può fornire l'ingresso con una potenza significativa in uscita.
  - in genere una proprietà del sensore (diversa dalla V) dipende, possibilmente linearmente, dalla grandezza fisica che misura, non sono alimentati
- ▸ **SENSORE ATTIVO**: comprendono sia l'elemento sensibile che il trasduttore
  - possono fornire l'ingo in uscita con una discreta potenza elettrica
  - hanno bisogno di alimentazione esterna

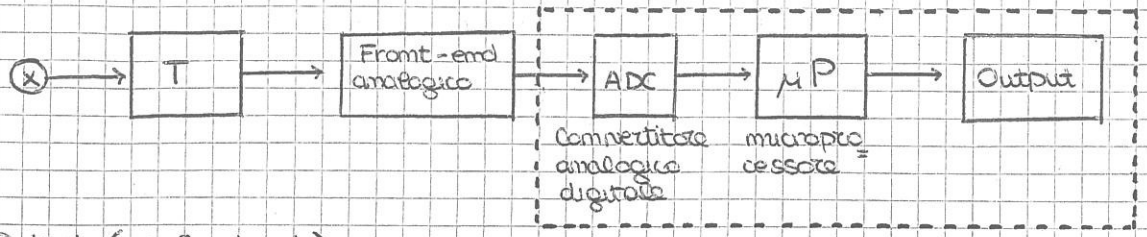
SISTEMA DI MISURA → considero due sezioni di riferimento

1 ▪ SISTEMA DI MISURA DA LABORATORIO non trasportabile



(!) Se ho un sensore attivo elemento sensibile e trasduttore sono insieme (integrati)
Se passivo non ha senso separare il front-end analogico poiché questo può includere anche il trasduttore

2 ■ SISTEMA DI MISURA INDIPENDENTE (Stand Alone)



Output (periferiche di)
- → display
- → memoria
- → periferica di comunicazione (es. wireless)

SCHEMI DI RIFERIMENTO: PRO E CONTRO DEI 2 SCENARI (SISTEMI DI MISURA)

	PRO	CONTRO
1 ■ (necessità della strumentazione da banco)	• tempi di sviluppo • laboratorio a disposizione x tarare o riparare il sistema	• ingombro / peso
2 ■	• dimensioni e peso ridotti • il sistema di acquisizione è più economico (*) affidabilità	• costi di sviluppo e tempi di sviluppo maggiori • devo assicurare l'affidabilità a lungo termine (*)

master COPY COPISERIA

SPECIFICHE DI UNO STRUMENTO O SISTEMA DI MISURA Biosensori

- Fondoscala (full range reale): massimo valore misurato o max range
- Numero di cifre significative (digits = rilevo per strumenti con display digitale)
- Risoluzione (resolution) Δout minima variazione apprezzabile della grandezza in esame attraverso tutto il campo di misura
- Accuratezza (accuracy) cifra di merito legata all'errore che commetto rispetto al valore reale (strumento accurato minimizzo l'errore)
- Sensibilità (sensitivity) valore min della quantità in IN che può essere misurata ΔIN se muovo IN quanto si muove OUT (se lineare vale $\uparrow$ def)
- Affidabilità (reliability) legata al poco invecchiamento, quindi se una volta calibrato è difficile perdere quella calibrazione
- Precisione (precision) capacità di restituire lo stesso risultato quando faccio la stessa misura (non è detto sia vicino al valore reale)

Esempio: Voltmetro con display a 4 campi



numero più grande rappresentabile è $99,99 \approx 100$

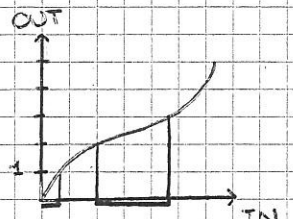
→ fondoscala = $99,99 \approx 100$ V
→ risoluzione = 0,01 V più piccolo step misurato = 10 mV
→ n° cifre lo ottengo con

$$\text{RISOLUZIONE} = \frac{\text{FONDOSCALA}}{10^{\text{N°CIFRE}}}$$

Solitamente sensibilità > risoluzione

per valutarla devo stare attenta al rumore

Se ho una blackbox, per capirne la sensibilità



Se l'OUT ha risoluzione 1

- per valori piccoli di IN ho grandi ΔOUT (da 0 a 1)
- per OUT da 2 a 3 ho ΔIN grandi

La sensibilità la misuro nel passaggio da 2 a 3, cioè nel caso peggiore, è sempre riferita alla ΔIN

Se risponde a variazioni più piccole ho sensibilità maggiori

(?) Posso avere accuratezza < risoluzione? NO

limite per l'accuratezza e per la precisione

LABORATORIO

Su ogni banco da sx a dx

Oscilloscopio	Generatore di forme d'onda	Multimetro	Alimentatore
		• voltmetro • amperometro • misura R • test continuità	

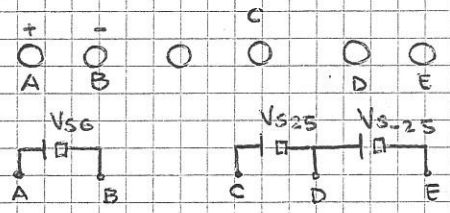
Tutti presentano un tasto a sx per accendere lo strumento ≠ attivare l'uscita che invece si fa con un altro tanto

quando lo spengo perdo le impostazioni, per questo c'è l'opzione attivare/disattivare le uscite

Sono strumenti a basse tensioni (max 50 V)

Alimentatore

Posso generare più tensioni



master COPY COPISTERIA

Se le scambio ho tensioni <0, da A a B ho V>0

Entrambi generatori possono generare al max 25V

- da C a D max 25 V
- da D a E max -25 V
- tra C ed E al max 50 V

D è messo come B

Per generare 56 V metto in corto B e C e faccio la serie con gli altri

C ed E possono essere indipendenti o bloccati su valori

Tasto TRACK da cliccare e tenere premuto fino alla comparsa di T, mi permette di impostare V_{s25} e V_{s-25} alla stessa tensione

Output ON/OFF attiva o disattiva le uscite

Per accendere il generatore da A a B?

- accendo
- imposto 5V — conviene accendere OUT con V bassa e poi aumentarla piano
- attivo OUT

Tasto VOLTAGE CURRENT a dx permette di usarlo come generatore di corrente

Tasto DISPLAY LIMIT mi fa fissare dei limiti, se lo uso come gen V imposto il limite sulla I ≈ 50 mA, altrimenti viceversa

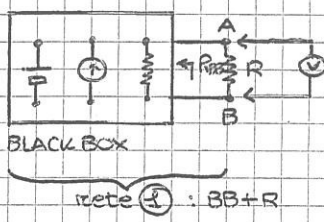
La potenza di cui ha bisogno il carico x funzionare fissa la corrente necessaria. Compaiono tra 50 e 100 mA

Frecciette a dx mi fanno spostare sui vari digit del display per modificarli singolarmente

MISURA DI UNA TENSIONE CON VOLTMETRO

c3/10

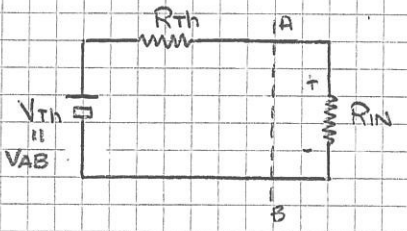
Voglio misurare la ddp tra due nodi con lo strumento di misura, considero una blackbox cioè un circuito generico



Voltmetro collegato ai 2 nodi tra i quali voglio misurare la ddp

mi devo chiedere quanto la misura sia imprecisa (quanto lo strumento di misura influenzi il circuito), per farlo mi rifaccio un circuito equivalente

- rete ① → eq. di Thevenin
- Ⓥ → R_{IN} del voltmetro



(Vth): tensione tra A e B a vuoto, in questo caso coincide con V_{AB}

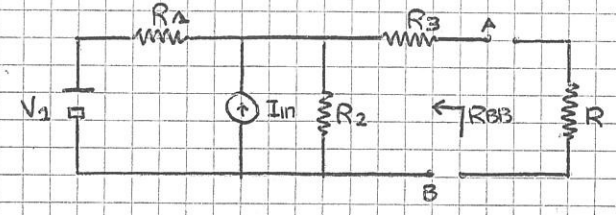
(Rth): disattivo i generatori indipendenti e valuto la R vista dal Ⓥ

$R_{th} = R \,//\, R_{BB}$ $\quad R = R_{IN}$Ⓥ $\quad V_{READ}$ = tensione letta dal voltmetro

$$V_{READ} = \frac{R_{IN}}{R_{IN}+R_{th}} \cdot \frac{V_{AB}}{V_{th}}$$

se $R_{th} \ll R_{in}$ la misura è robusta cioè leggo V_{AB} (voglio un voltmetro con R_{IN} molto elevata)

ESEMPIO DI BLACKBOX



Cerco R_{BB}
- In diventa circuito aperto
- V_1 diventa corto

$R_{BB} = R_3 + (R_1 \,//\, R_2)$

$R_{th} = R \,//\, (R_3 + R_1 \,//\, R_2)$

$R_{th} \leq R$ sempre valido (con R quella ai capi di cui mi sono messa) un un circuito di questo tipo

⟶ se $R \ll R_{in}$ anche $R_{th} \ll R_{in}$

Ⓥ ha una R_{in} dell'ordine dei GΩ, quindi la misura è abbastanza robusta