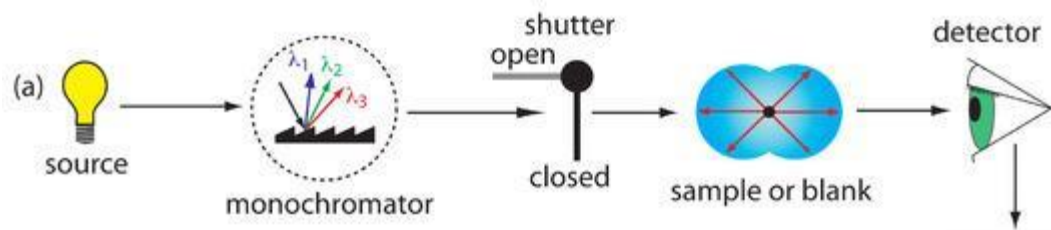
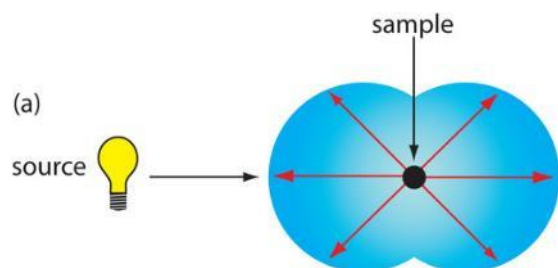
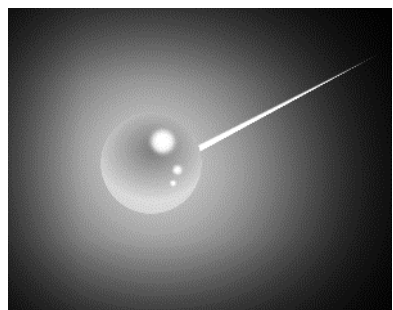
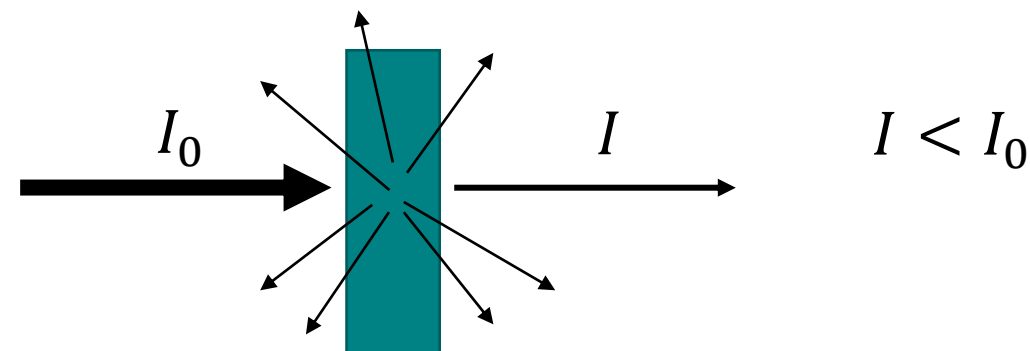




La **diffusione** della luce (*scattering*) consiste nella **dispersione in tutte le direzioni** del fascio di radiazioni elettromagnetiche che incide su un campione



Il cristallo liquido in fase **nematica** si comporta in modo simile a quello di un campione di acqua **torbida** che contiene solidi sospesi (*alta torbidità*)

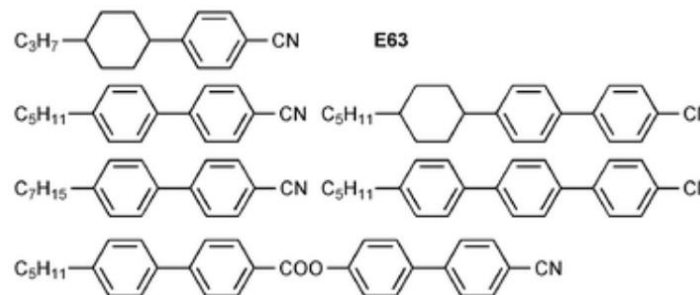


Quando il cristallo liquido si trova in fase **isotropa** si comporta come un campione di acqua «**limpida**» (*bassa torbidità*).

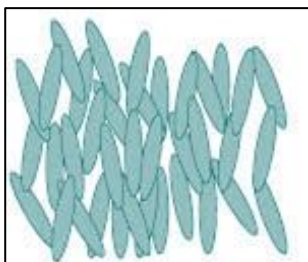
Temperatura di transizione di un cristallo liquido termotropico



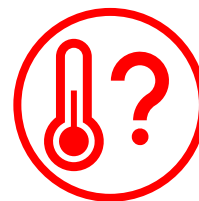
Miscela commerciale termotropica «E63»
contiene diversi tipi di cristalli liquidi calamitici (*fase nematica a T ambiente*)



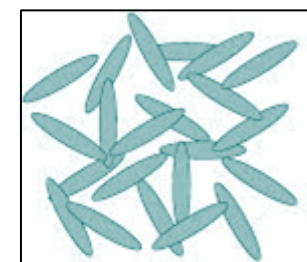
E63 ha una **temperatura di transizione** intorno a 50°C e si presta bene ad essere studiata senza ricorrere a tecniche sofisticate di indagine



Fluido con caratteristiche altamente **anisotrope** (*organizzazione delle molecole nello spazio*)



Transizione di fase



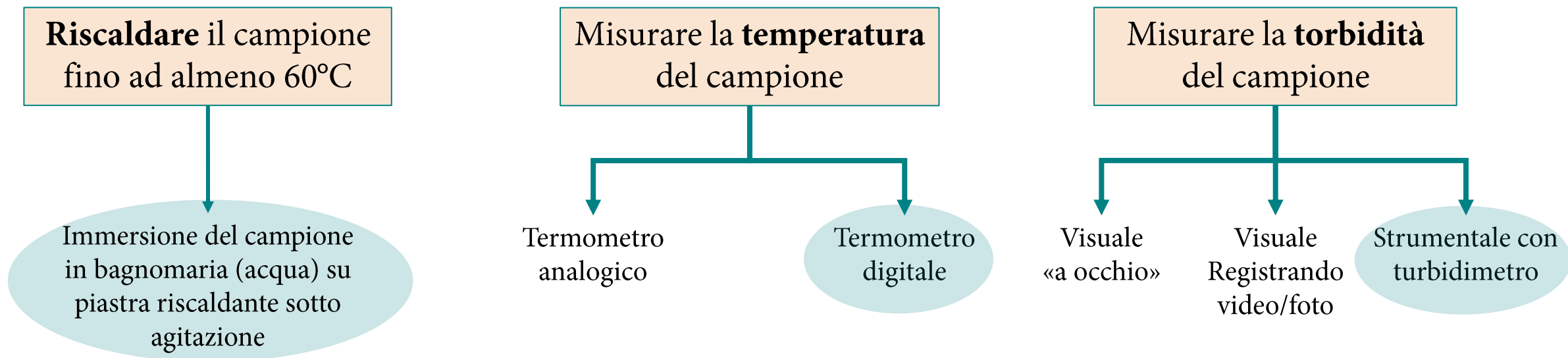
Fluido **isotropo** (*disposizione casuale delle molecole, tipica dello stato liquido*)



Aumento di temperatura



Come possiamo risolvere il problema?



Registriamo i dati di **torbidità vs temperatura** riscaldando il campione. Nell'intorno della temperatura di transizione di fase ci aspettiamo una **variazione significativa di torbidità** che dovrebbe permetterci di **identificare** in modo accurato la **temperatura di transizione**.

Video del raffreddamento della miscela E63

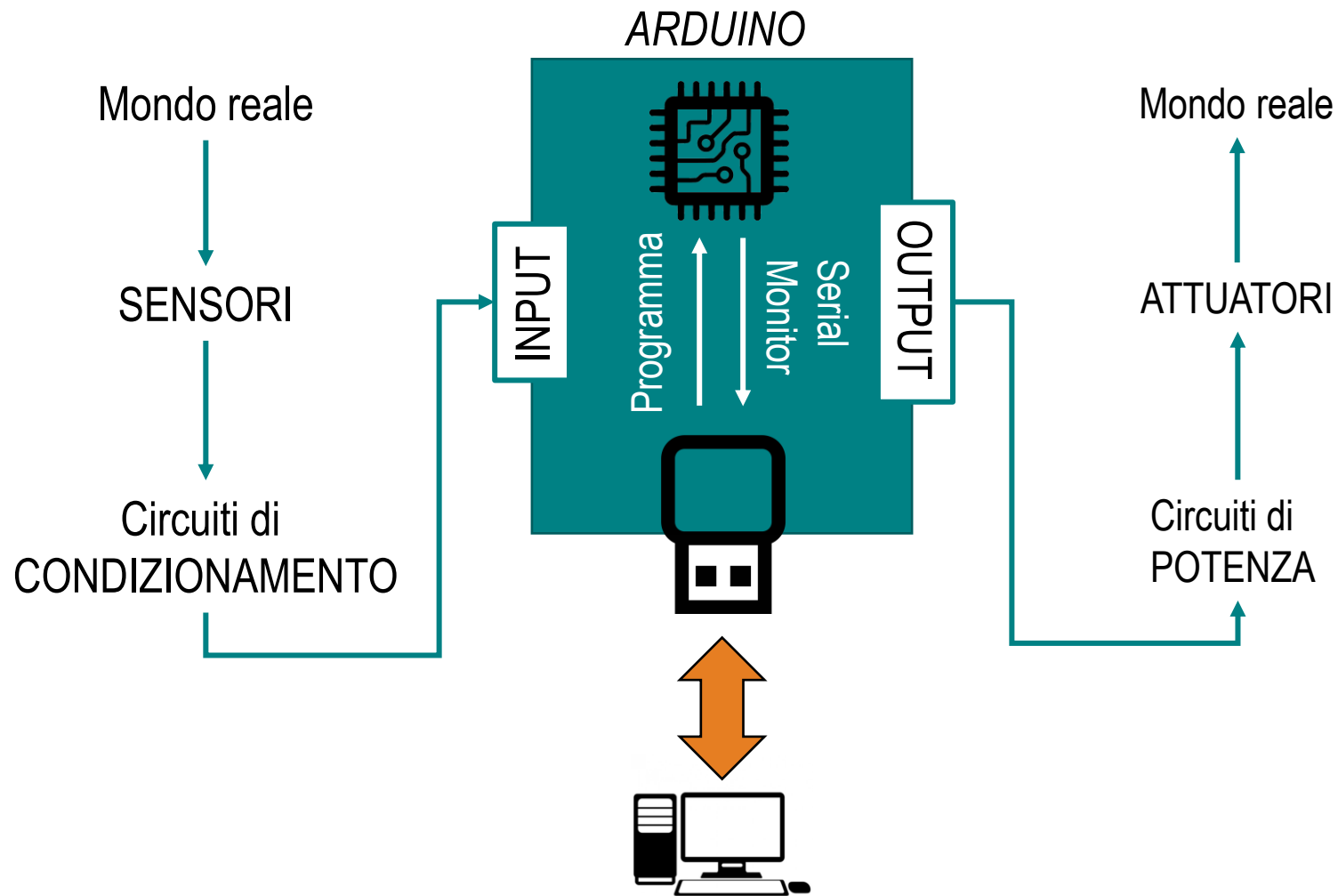




L'idea di «**coding & chimica**» è quella di unire il **coding**, il pensiero computazionale, il making alla **chimica**.



In particolare... sfruttare il *physical computing* per la costruzione di strumenti di misura, sistemi *data-logger*, automatizzazione di procedure, realizzazione di piccoli impianti automatizzati nel campo della chimica





Il sensore, in base alla torbidità del campione, fornisce in uscita valori di potenziale che sono facilmente «leggibili» attraverso i *pin* analogici di Arduino



Torbidità bassa
(es. acqua limpida)



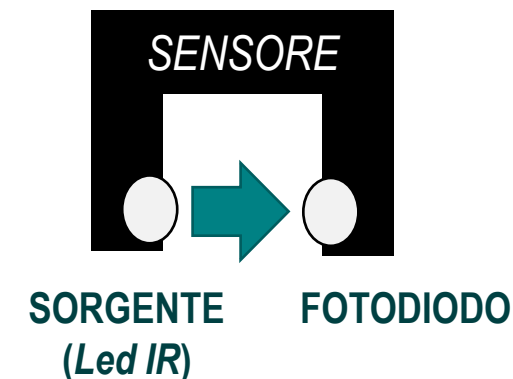
Potenziale
elevato



Torbidità alta
(es. acqua torbida)



Potenziale
basso



Gravity: Analog Turbidity Sensor For Arduino

SKU:SEN0189 Brand:DFRobot Reward Points: 99

\$9.90

In Stock

Quantity Based Price

QTY	DISCOUNT
2-4	\$9.80
5-9	\$9.70
10+	\$9.50

Categories: Sensors All Products Liquid Sensors

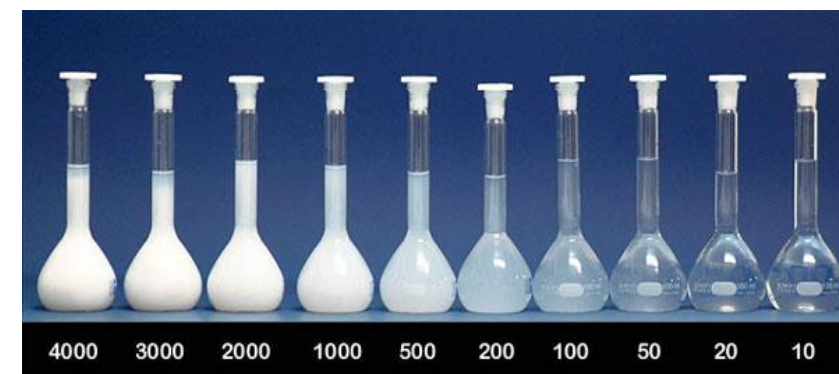
Topic: Gravity

<https://www.dfrobot.com/product-1394.html>

https://wiki.dfrobot.com/Turbidity_sensor_SKU_SEN0189

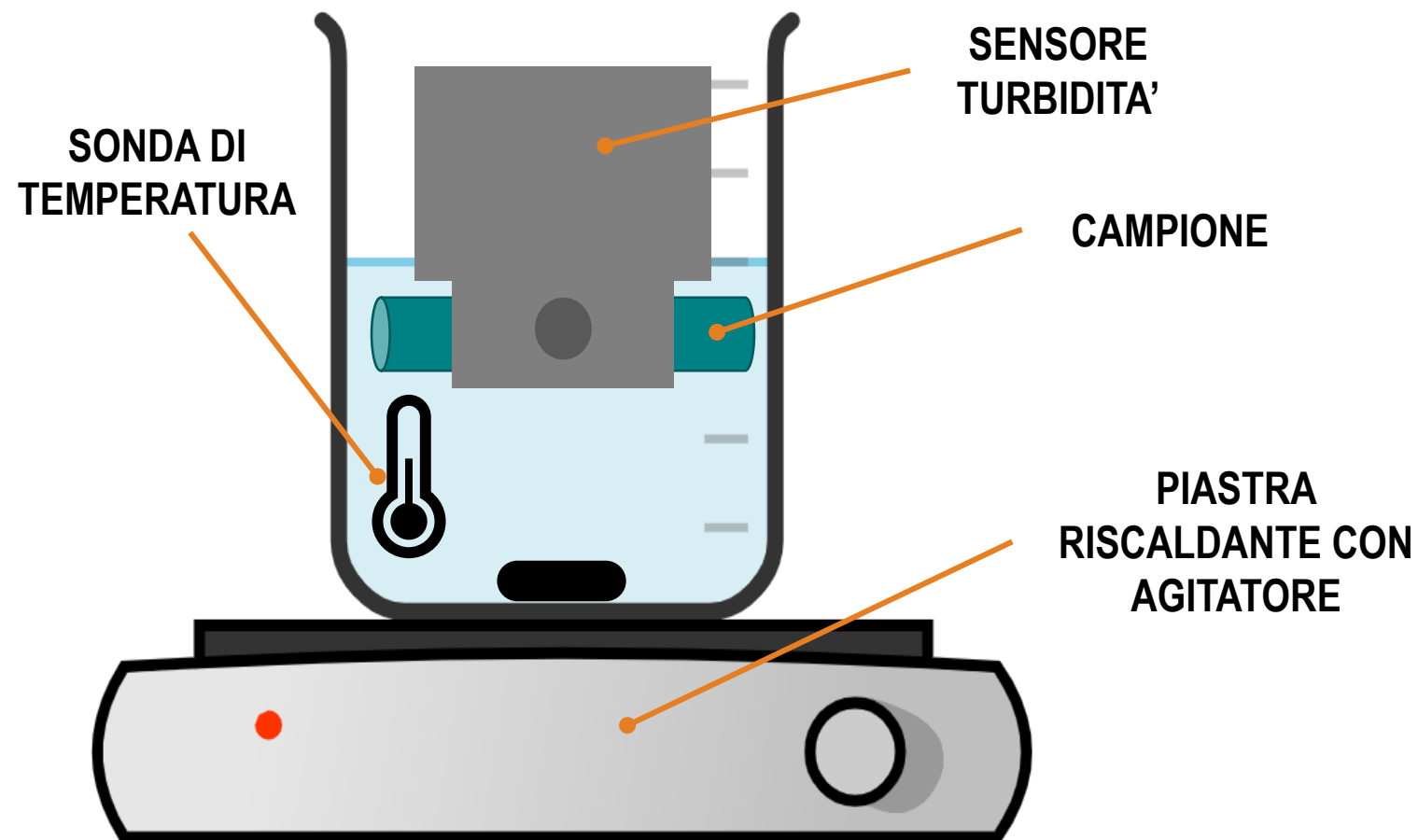
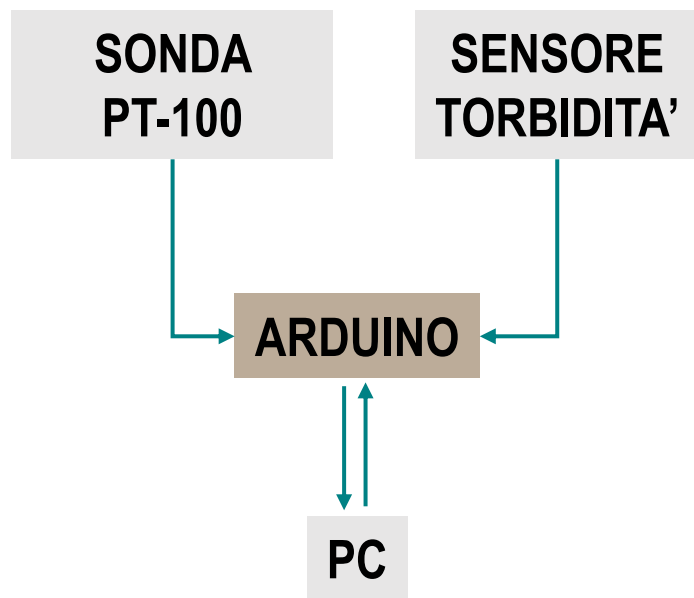
E' possibile correlare il potenziale alla torbidità effettuando una calibrazione con una sospensione di **formazina** di torbidità nota (in unità NTU).

Non ci interessa misurare quantitativamente la torbidità, ma osservare una **variazione del valore di torbidità** associato alla transizione di fase





Sistema di acquisizione dati (*data logger*), registrazione dei valori di temperatura e torbidità ad intervalli regolari di tempo





MICROCONTROLLORE

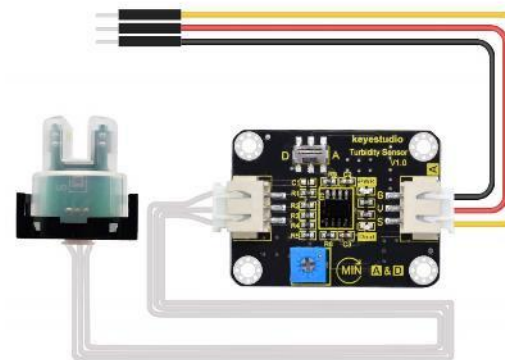
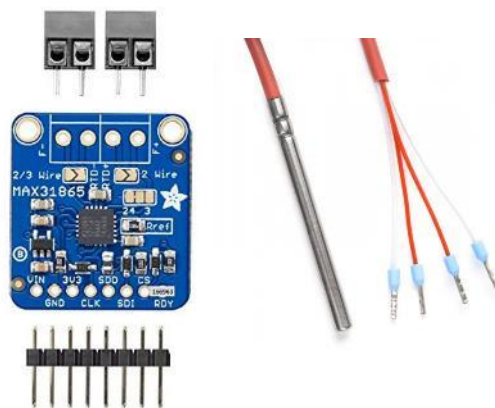
Rileva i dati dai sensori, li mostra sul display LCD e li invia al PC per la memorizzazione

€ 10 - 25

DISPLAY 7 SEGMENTI

Modulo display per mostrare in tempo reale i valori di temperatura e torbidità misurati dai sensori

€ 3



SENSORE DI TORBIDITA'

Misura la torbidità del campione attraverso un LED IR ed un fotodiode posti uno di fronte all'altro nella cella di misura

€ 25

CELLA DI MISURA



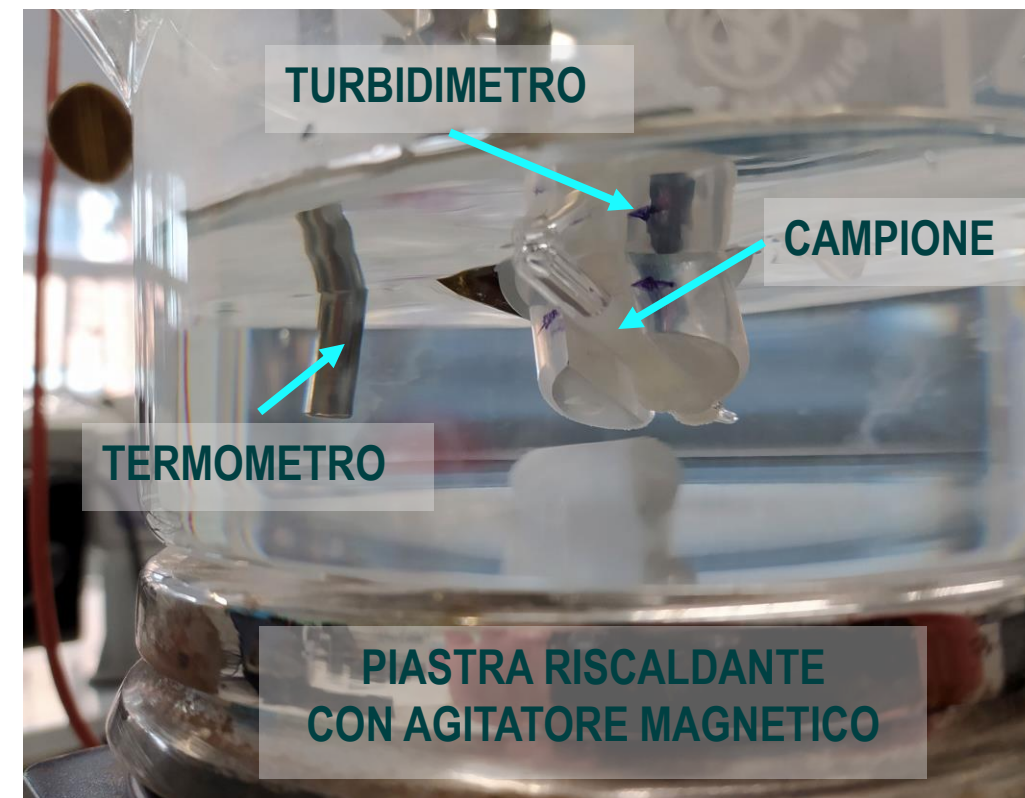
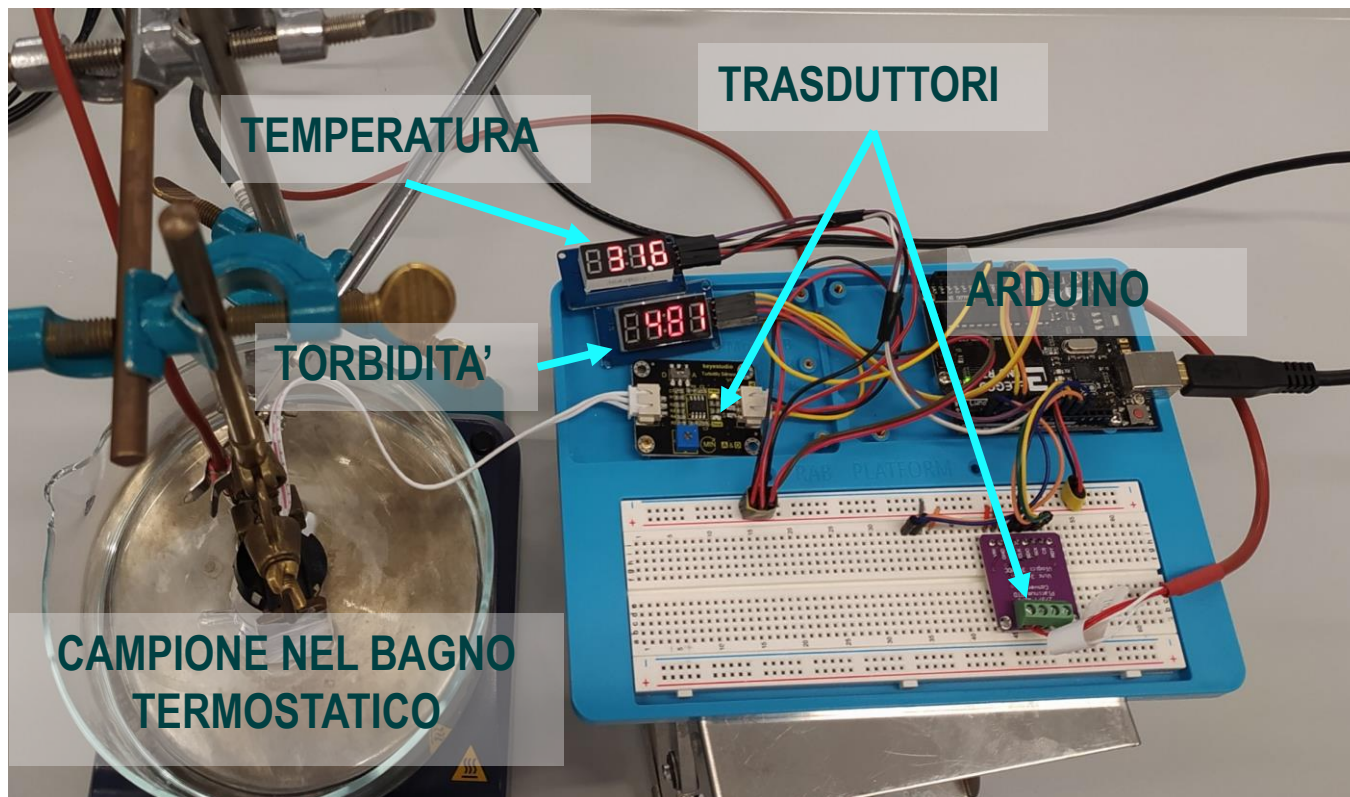
SENSORE DI TEMPERATURA

Sonda di temperatura PT-100 (sens. +/- 0.1°C) con trasduttore di segnale MAX31865

€ 15 + € 20

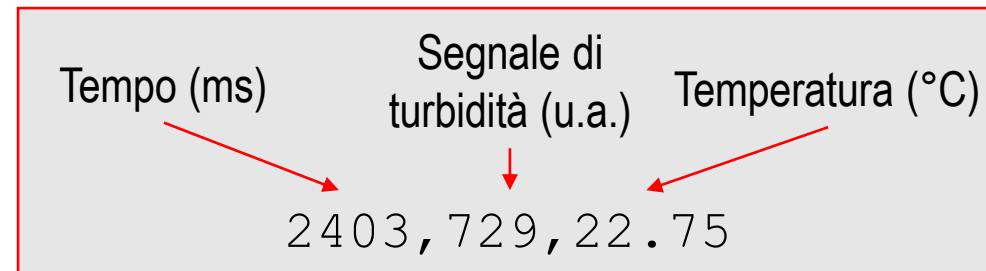
Stima costo totale
Circa 80-100 €

Set-up sperimentale





Il segnale di torbidità ha delle oscillazioni consistenti, ciascun punto acquisito è il **risultato di una media** di 10 misure consecutive (*il tempo di acquisizione di una misura è di circa 80 ms*). Dopo aver calcolato la media, il valore viene stampato sui **display** a 7 segmenti e che sul **monitor seriale (PC)**.



`void loop() {` ← **Ciclo principale eseguito all'infinito**

```
float aveTemp = 0.0;
unsigned int aveTurb = 0;
for( int i = 0; i < NREAD; i++ ){
    float temp = thermo.temperature(RNOMINAL, RREF);
    int turb = analogRead(TURB_PIN);
    delay(DELAY);
    aveTemp += temp;
    aveTurb += turb;
}
aveTemp /= NREAD;
aveTurb /= NREAD;
```

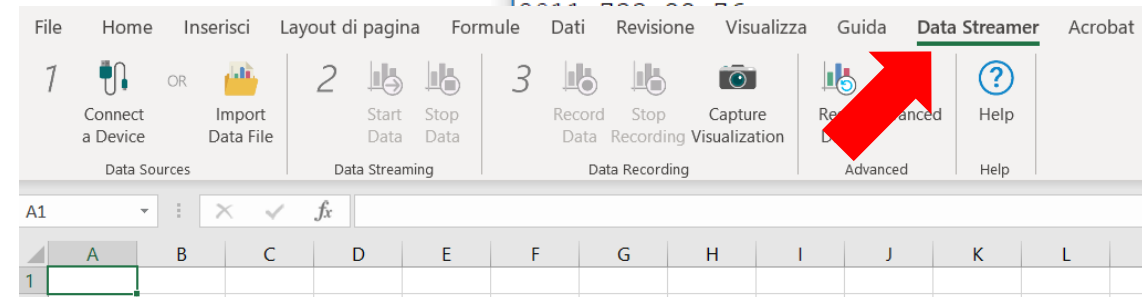
Ciclo per il calcolo della sommatoria

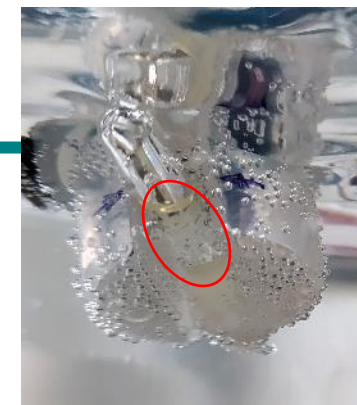
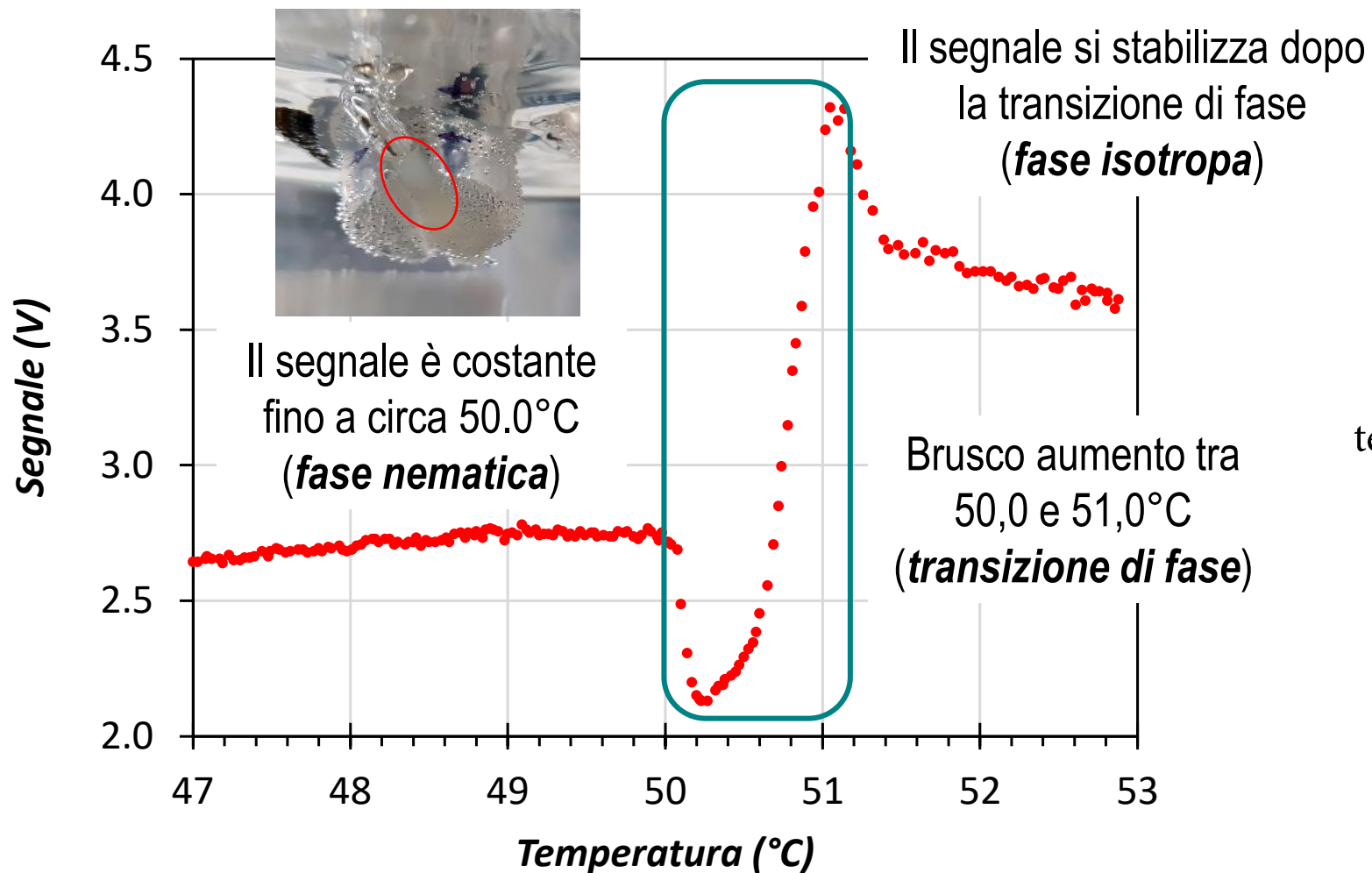
Acquisizione dati dai sensori

Calcolo del valor medio

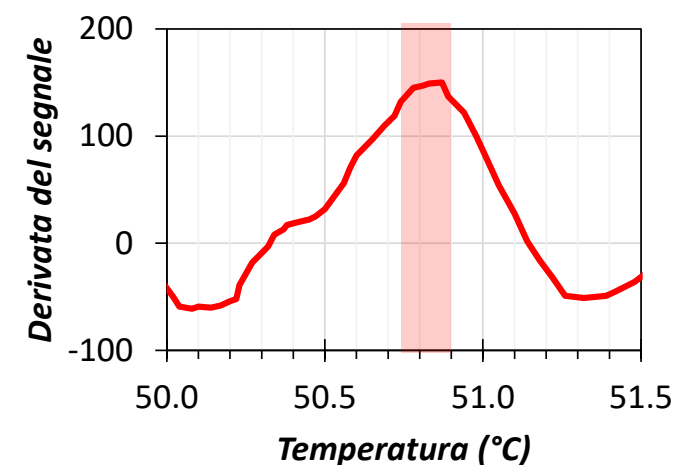
```
tempTurb_v1
Numero di letture : 10
Ritardo di lettura : 0 ms
800,732,22.76
1602,730,22.75
2403,729,22.75
3204,731,22.75
4005,733,22.75
```

I dati possono essere acquisiti direttamente su foglio elettronico





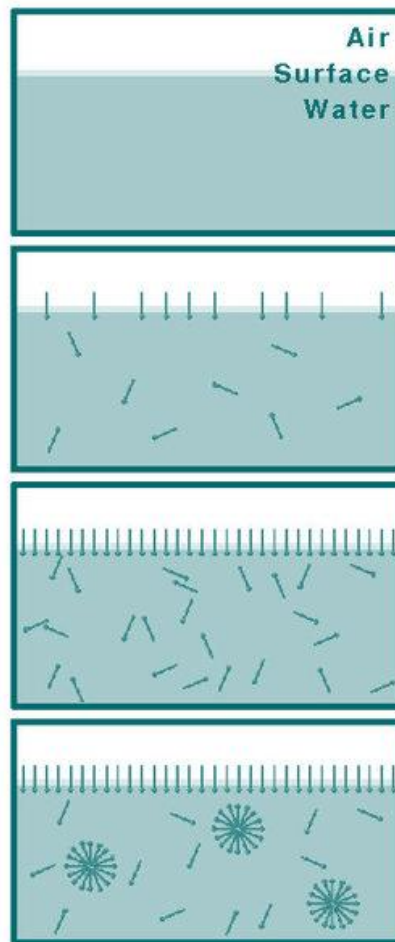
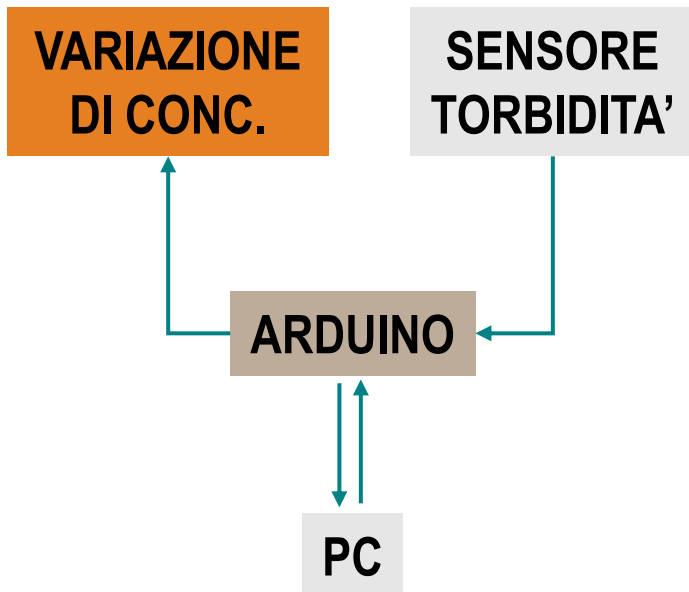
Calcolando la derivata prima del segnale, dopo un'operazione di *smoothing* dei dati sperimentali possiamo identificare la temperatura di transizione tra 50.7-50.9 °C





Un sistema analogo può essere utilizzato per determinare la *Concentrazione Micellare Critica (CMC)* nei sistemi **liotropici**

Es. aggiunte controllate



Anche **metodi colorimetrici** possono essere utilizzati per determinare la **CMC** di sistemi **anfifilici**

