



La sfida: tè al latte!

Un viaggiatore alla stazione dei treni corre al bar e chiede una tazza di tè bollente ed un po' di latte freddo. Il passeggero però ha fretta: il treno sta per partire!

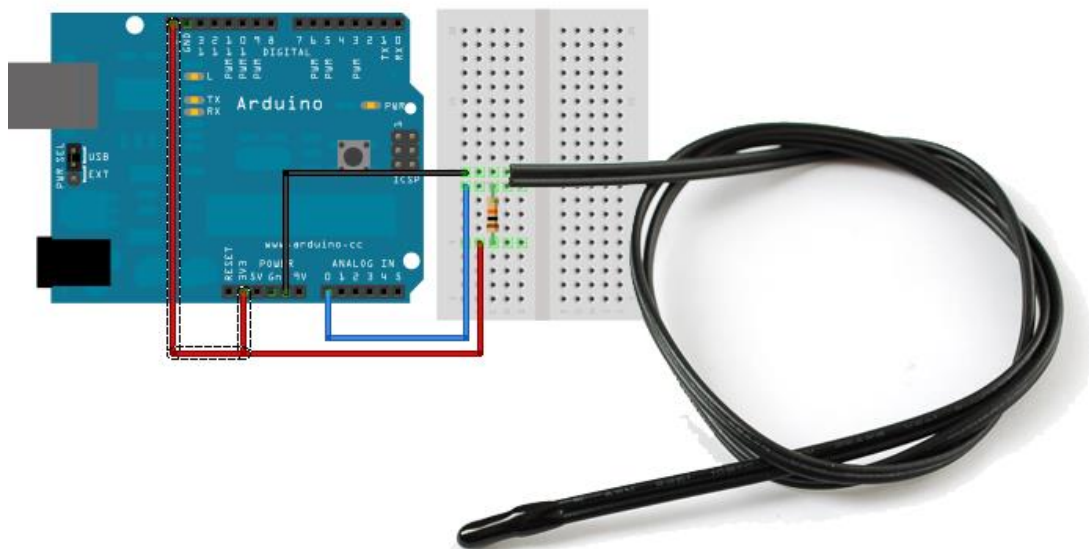
Per poter bere il tè deve raffreddarlo velocemente e per far questo ha due possibilità

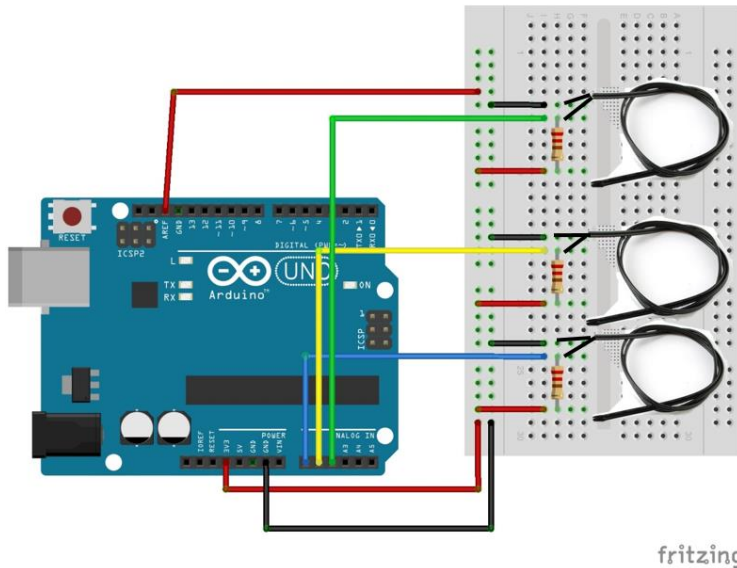
- versare immediatamente il latte nel tè ed aspettare che il miscuglio arrivi ad una temperatura tale da poterlo bere;*
- aspettare un po' che il tè si raffreddi spontaneamente e poi versare il latte per completare il processo di raffreddamento.*

Quale è la miglior linea d'azione per non scottarsi ed arrivare tuttavia in tempo a prendere il treno?

1. Discutete il problema, formulate una **ipotesi** e cercate di fornire una spiegazione credibile
2. Procedete ad una **verifica sperimentale**. Riempite 3 bicchieri di acqua bollente e registrate le temperature utilizzando **Arduino + 3 termistori 10k**. Il primo bicchiere verrà lasciato raffreddare spontaneamente, nel secondo verserete immediatamente il "latte" (acqua fredda), nel terzo aspetterete un po' e poi verserete il "latte"
Registrate le tre temperature con Cool Term, create un grafico e confrontate i risultati con le vostre ipotesi iniziali.

Collegamento:





Sketch Arduino (*thermistor_aref2.ino*): va generalizzato a 3 sensori → **FARE NUOVO sketch**

```
#define THERMISTORPIN A0 // segnale al pin analogico A0          N.B. per info su #define1
#define THERMISTORNOMINAL 10000 // resistenza a 25 ° C
#define TEMPERATURENOMINAL 25 // temperatura corrispondente alla resistenza nominale (quasi sempre 25° C)
#define NUMSAMPLES 5 // su quanti dati eseguire la media, più dati= più tempo ma risultato finale più 'smooth'
#define BCOEFFICIENT 3950 // Il coefficiente beta del termistore (in genere 3000-4000)
#define SERIESRESISTOR 10000 // valore della resistenza in parallelo col termistore (10 k marrone-nero-arancio)
int samples[NUMSAMPLES];
```

```
void setup(void) {
  Serial.begin(9600);
  analogReference(EXTERNAL);
}
```

```
void loop(void) {
  uint8_t i;
  float average; //la media è dichiarata come variabile real

  for (i=0; i< NUMSAMPLES; i++)2{ // registra N valori consecutivi, con pausa (1/100 di sec) tra uno e l'altro
    samples[i] = analogRead(THERMISTORPIN);
    delay(10);
  }
  average = 0; // average all the samples out
  for (i=0; i< NUMSAMPLES; i++) {
```

¹ <https://www.arduino.cc/en/Reference/Define>

² for (i=0; i< NUMSAMPLES; i++): il ciclo for ha 3 parametri: parti dal valore i=0 (1) e finchè l'indice é minore del massimo prefissato (2), aumenta di uno l'indice ad ogni giro (3). Seguono le istruzioni da eseguire nel ciclo .





```

average += samples[i]; // somma progressivamente i valori letti sul pin; ad ogni giro: average + nuovo valore
}
average /= NUMSAMPLES; // a/=b è una assegnazione e significa: a = a / b

Serial.print("Average analog reading "); // invia alla porta seriale il valore ottenuto dalla media delle letture su A0
Serial.println(average);

average = 1023 / average - 1; // converte il valore ottenuto in valore di resistenza
average = SERIESRESISTOR / average;
Serial.print("Thermistor resistance ");
Serial.println(average);

//L'equazione di Steinhart lega la temperature in K alla resistenza del termistore
// 1/T= A + B*ln(R/Rt) + C*ln(R/Rt)^2 + D*ln(R/Rt)^3

float steinhart; // il valore steinhart è dichiarato come reale - segue il calcolo dell'equazione di Steinhart3
steinhart = average / THERMISTORNOMINAL; // (R/Ro)
steinhart = log(steinhart); // ln(R/Ro)
steinhart /= BCOEFFICIENT; // 1/B * ln(R/Ro)
steinhart += 1.0 / (TEMPERATURENOMINAL + 273.15); // + (1/To)
steinhart = 1.0 / steinhart; // Inverti per ottenere T in Kelvin
steinhart -= 273.15; // conversione da Kelvin in °C

Serial.print("Temperature ");
Serial.print(steinhart);
Serial.println(" *C");

delay(1000); // pausa di 1 sec prima di riiniziare il ciclo
}

```

GENERALIZZIAMO: il problema generale consiste nel capire se per raffreddare rapidamente un liquido a temperatura elevata si ottiene un risultato migliore mescolando tra loro i due liquidi immediatamente o se invece è meglio aspettare. (La velocità di raffreddamento è direttamente proporzionale al gradiente termico)

³ <http://www.daycounter.com/Calculators/Steinhart-Hart-Thermistor-Calculator.phtml>