



ARDUINO

SENSORI ANALOGICI

PARTE 2

PROF. NACLERIO PASQUALE



MISURIAMO LA TEMPERATURA

USIAMO TUTTE LE CONOSCENZE FATTE FINO AD OGGI PER ANDARE A COSTRUIRE
UN TERMOMETRO

PROF. NACLERIO PASQUALE

SENSORE PER LA MISURA DI TEMPERATURA

Esistono molti tipi di sensori

- Termistore
- Termocoppie
- Sensori Integrati

TERMISTORE

È una resistenza il cui valore cambia con la temperatura.

Ci sono 2 tipi:

La resistenza può salire con l'aumentare della temperatura (PTC)

La resistenza può diminuire con l'aumentare della temperatura (NTC)



PREGI

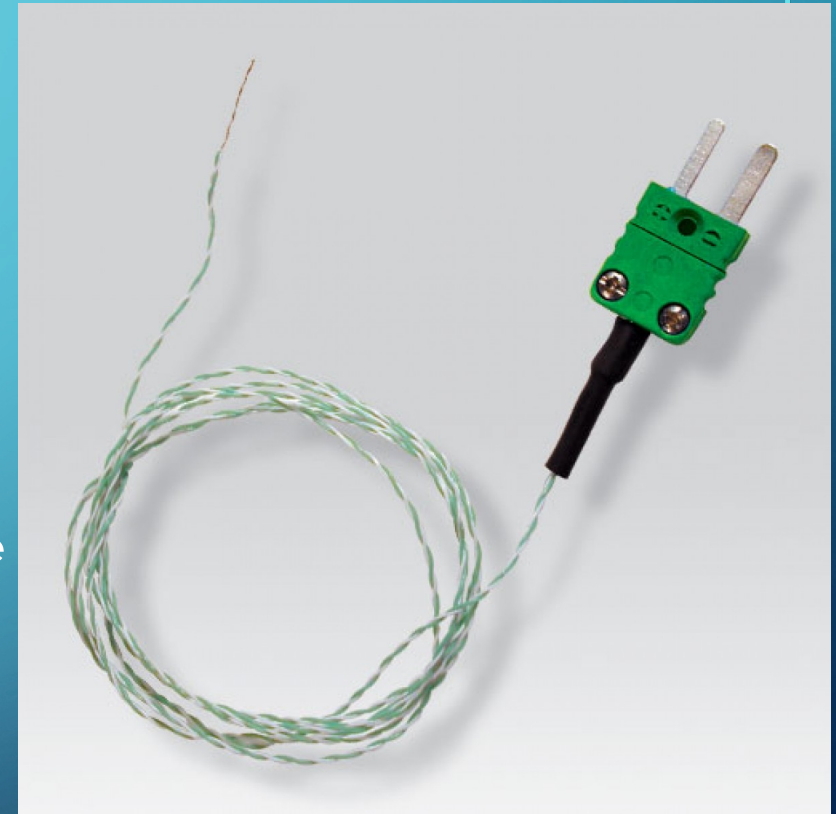
- **Costa poca: meno di 2 €**
- **Sensibili: piccoli cambiamenti di temperatura provocano modifiche sensibili alla resistenza del termistore**

DIFETTI

- Poco precisi: riusciamo a misurare variazioni di $1\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Piccoli range di temperatura $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+175\text{ }^{\circ}\text{C}$

TERMOCOPPIE

Sono due fili di metalli diversi che a un capo sono uniti tra di loro formando una giunzione, mentre all'altro capo costituiscono i due terminali di uscita. Tra questi terminali si genera una piccolissima tensione, che è proporzionale alla differenza tra la temperatura della giunzione e quella dei terminali stessi.



PREGI

- Grande range di temperatura $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$

DIFETTI

- Alto costo $> 5 \text{ €}$
- Poco sensibile 1 °C
- Piccolissimo segnale di uscita mV e quindi necessita di una amplificazione.

SENSORI INTEGRATI

- Componente composto sia da un sensore di temperatura che uno stadio di condizionamento del segnale.
- Esistono modelli che hanno un uscita analogica es. LM35 o con un uscita digitali es. DS18B20



DIFETTI

- Costosi > 2€
- Piccoli range di temperatura -50 °C a +150 °C

PREGI

- Molto semplici da usare
- Sono molto precisi $\frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$
- Sono molto sensibili

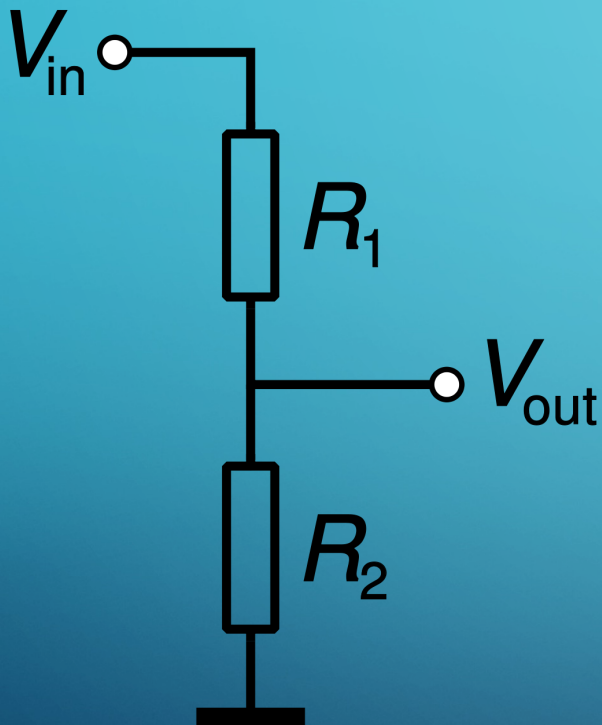


IL SENSORE GIUSTO PER IL LAVORO GIUSTO

LO SCOPO DI QUESTE LEZIONI È QUELLO DI SAPER SCEGLIERE TRA DIVERSE TECNOLOGIE IL GIUSTO COMPONENTE. VEDREMO SUCCESSIVAMENTE CHE IL LAVORO DI PROGRAMMAZIONE È ESTREMAMENTE SEMPLICE NEL CASO DI QUESTI SENSORI.

PROF. NACLERIO PASQUALE

TERMISTORE



Siamo nella stessa situazione del sensore di luminosità

Abbiamo una resistenza variabile e noi andremo a leggere la variazione di tensione

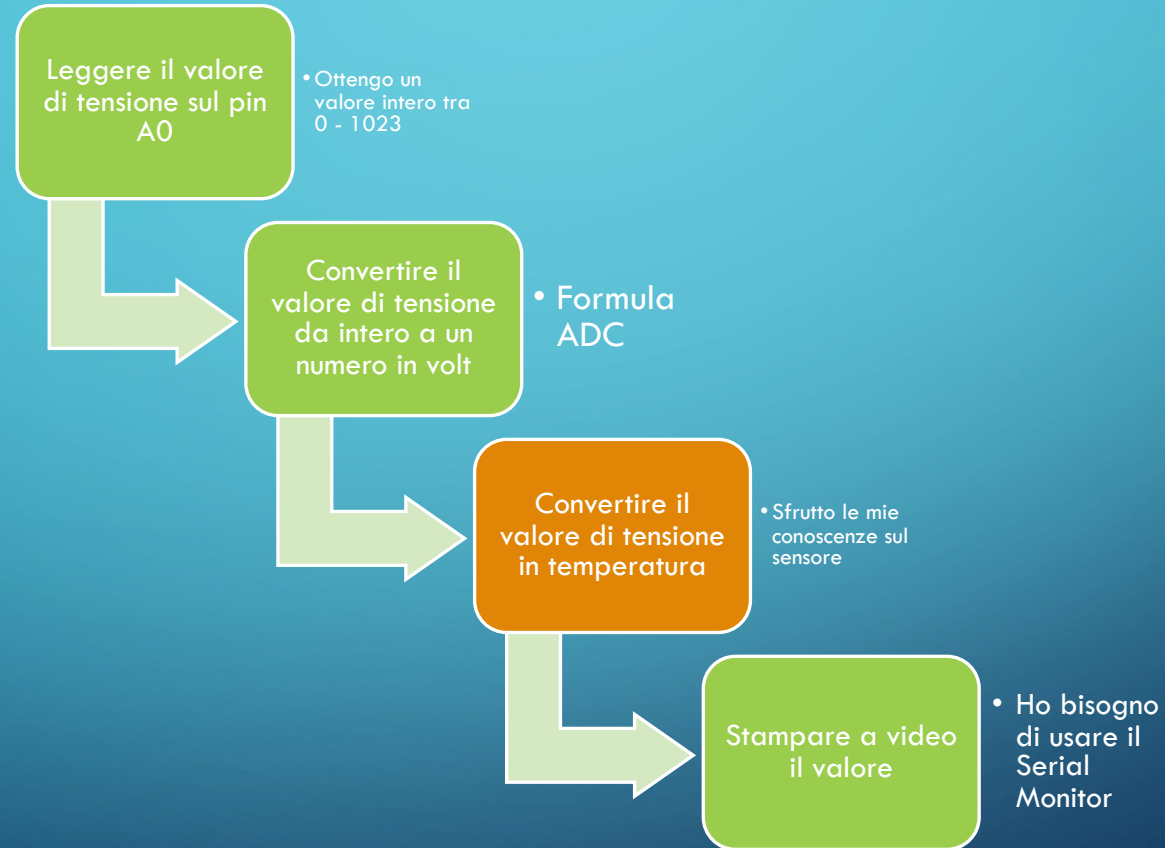
$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{in}$$

ABBIAMO BISOGNO DELL'EQUAZIONE MATEMATICA

Noi possiamo solo leggere un valore di tensione in numero da 0 a 1023

1. Dobbiamo convertirla in un valore di tensione
2. Dobbiamo convertire il valore di tensione in un valore di Resistenza letto.
3. Dobbiamo trovare l'equazione che ci fa convertire da Resistenza letta a temperatura.

COSA DEVE FARE IL NOSTRO PROGRAMMA?



EQUAZIONE DI JOHN S. STEINHART E STANLEY R. HART

$$T = \frac{1}{A + B * \log(R_{temp}) + C * \log(R_{temp})^3}$$

T è la temperatura in gradi kelvin

R_{temp} è la resistenza del termistore

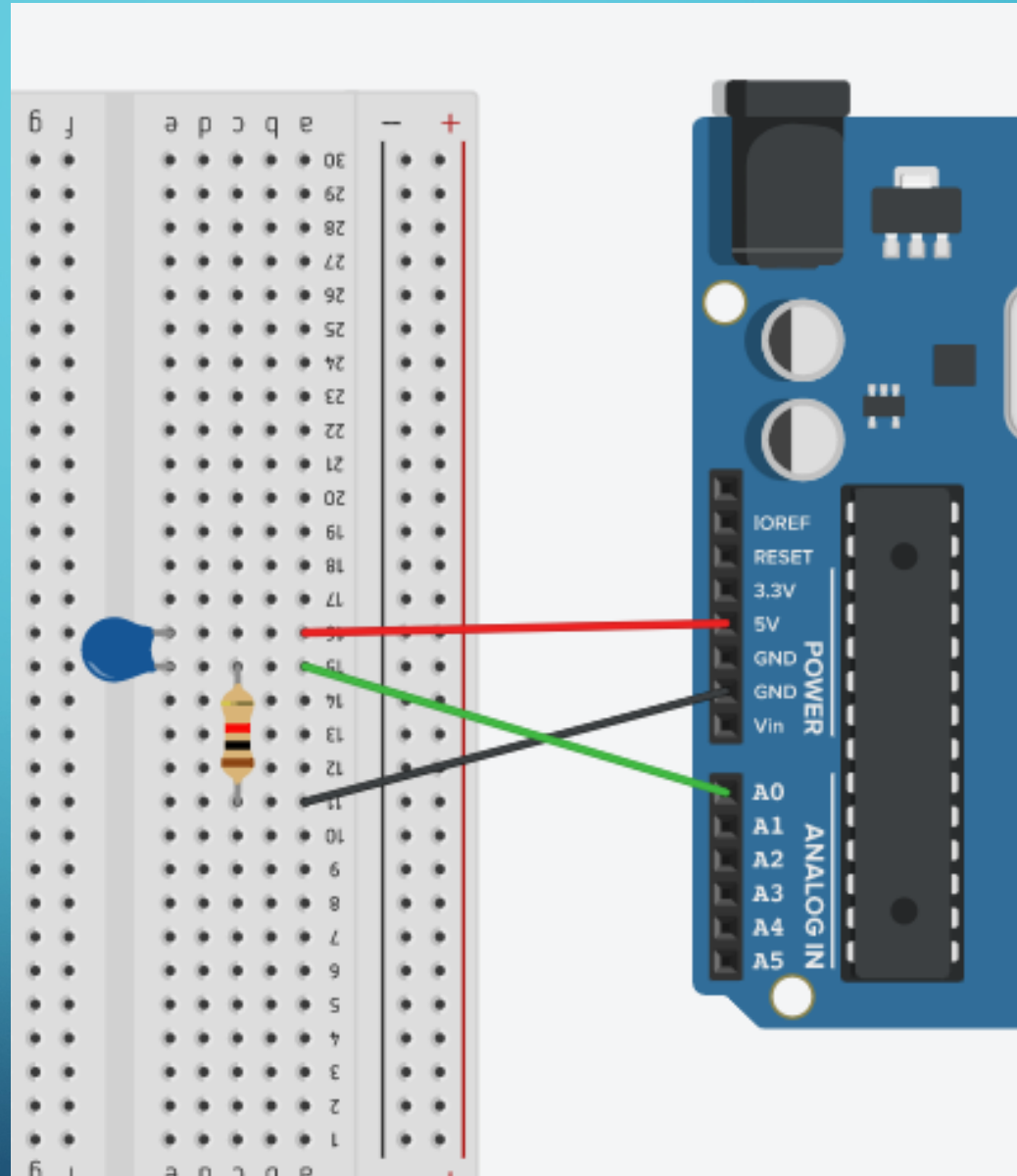
A, B e C sono numeri che dipendono dal tipo di termistore

DA KELVIN A GRADI CENTIGRADI

Ricordiamoci che il sistema internazionale di misura non ha i °C ma i gradi K

$$T_{\circ C} = T_K - 273,15$$

CIRCUITO



PROGRAMMA

```
1 #include <math.h>
2
3 double Vg = 5.0;
4 double R = 10000;
5
6 double A = 0.001129148;
7 double B = 0.000234125;
8 double C = 0.0000000876741;
9
10 void setup() {
11     Serial.begin(9600);
12 }
13
14 void loop() {
15     int lettura = analogRead(A0);
16
17     double Vout = lettura*(Vg/1024.0);
18
19     double Rtemp = ((Vg/Vout) - 1)*R;
20
21
22     double temperatura_k = 1/(A + B*log(Rtemp) + C*log(Rtemp)*log(Rtemp)*log(Rtemp));
23
24     double temperatura = temperatura_k - 273.15;
25
26
27     Serial.print("T = ");
28     Serial.print(temperatura);
29     Serial.println(" C");
30
31     delay(200);
32
33 }
```



TUTTO QUESTO E' SICURAMENTE COMPLESSO

VEDIAMO QUINDI L'USO DEL SENSORE INTEGRATO E DI COME L'USO DI SENSORI
MOLTO PIÙ COMPLESSI RENDA POI IL PROGRAMMA MOLTO PIÙ SEMPLICE

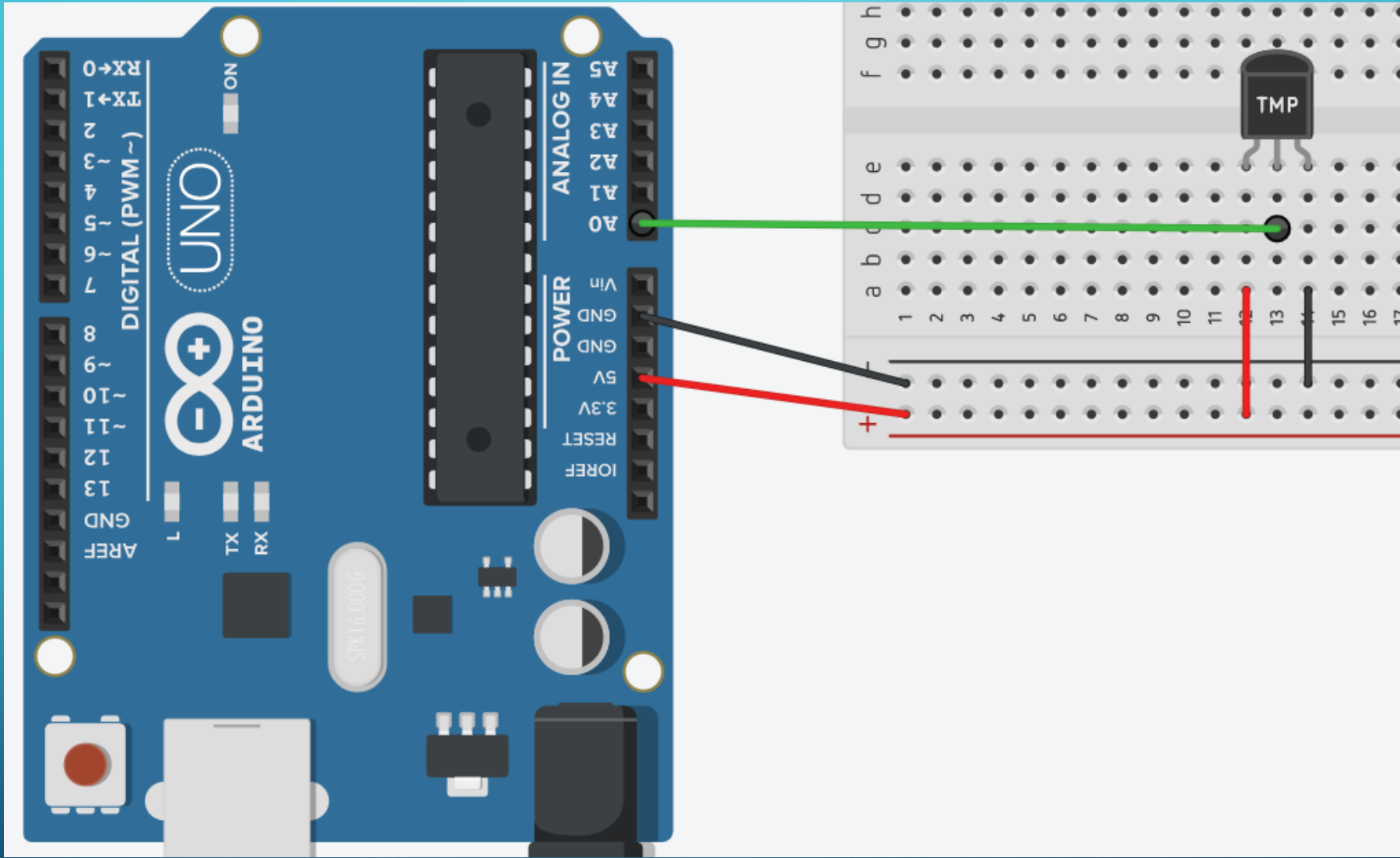
PROF. NACLERIO PASQUALE

IL CIRCUITO

Qui è tutto molto più semplice

- Basta collegare bene il circuito
- Fare le opportune conversioni





TMP36

Il sensore che usiamo è un tipo sensore per la temperatura.

Abbiamo alcune caratteristiche:

1. Intervallo di temperatura **-40°C e +125°C**
2. valori di tensione lineari tra circa **0.1V e 1.7V**
3. Una variazione di grado produce una variazione della tensione di uscita pari a **10mV**
4. alla temperatura di **0°C** il sensore eroga una tensione di **500mV**

DATASHEET

- per una tensione di uscita di 0.5V il sensore rileva la temperatura di 0°C
- tensioni inferiori a 0.5V indicano una temperatura sotto lo zero
- sappiamo che una variazione di grado si ripercuote con una variazione di tensione di 10mV
- se sul pin A0 sono presenti 510mV significa che il sensore sta rilevando una temperatura di 1°C (510mV – 500mV = 10 mV variazione di 1°C)

PROF. NACLERIO PASQUALE

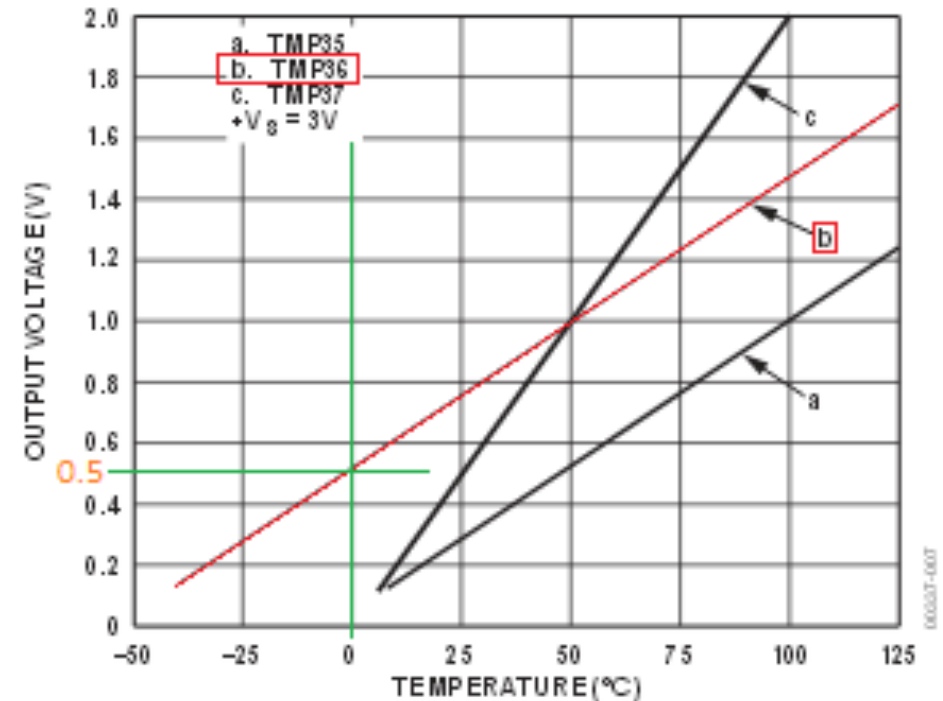


Figure 6. Output Voltage vs. Temperature

COSA ANDREMO A FARE ?

1. Usiamo solo i mV
2. Convertiamo in mV
3. Togliamo 500 mV dal nostro valore così possiamo vedere i valori negativi di temperatura
4. Dividiamo per 10 mV così da avere i singoli gradi °C

PROGRAMMA ESTESO

PROF. NACLERIO PASQUALE

```
1 void setup()
2 {
3   Serial.begin(9600);
4 }
5
6 void loop()
7 {
8   int lettura = analogRead(A0);
9   double Vout = lettura*(5.0/1024);
10
11   Vout = Vout*1000;
12
13
14   Serial.print("Valore misurato ");
15   Serial.print(Vout);
16   Serial.println(" mV");
17
18   Vout = Vout - 500;
19
20   double temperatura = Vout/10;
21
22   Serial.print("temp ");
23   Serial.print(temperatura);
24   Serial.println(" C");
25   delay(200);
26
27 }
```

PROGRAMMA COMPATTO

```
1 void setup()
2 {
3   Serial.begin(9600);
4 }
5
6 void loop()
7 {
8   int lettura = analogRead(A0);
9   double Vout = lettura*(5.0/1024);
10
11
12   double temperatura = ((Vout*1000) - 500)/10;
13
14   Serial.print("temp ");
15   Serial.print(temperatura);
16   Serial.println(" C");
17   delay(200);
18
19 }
```