

Input analogico sensore di temperatura

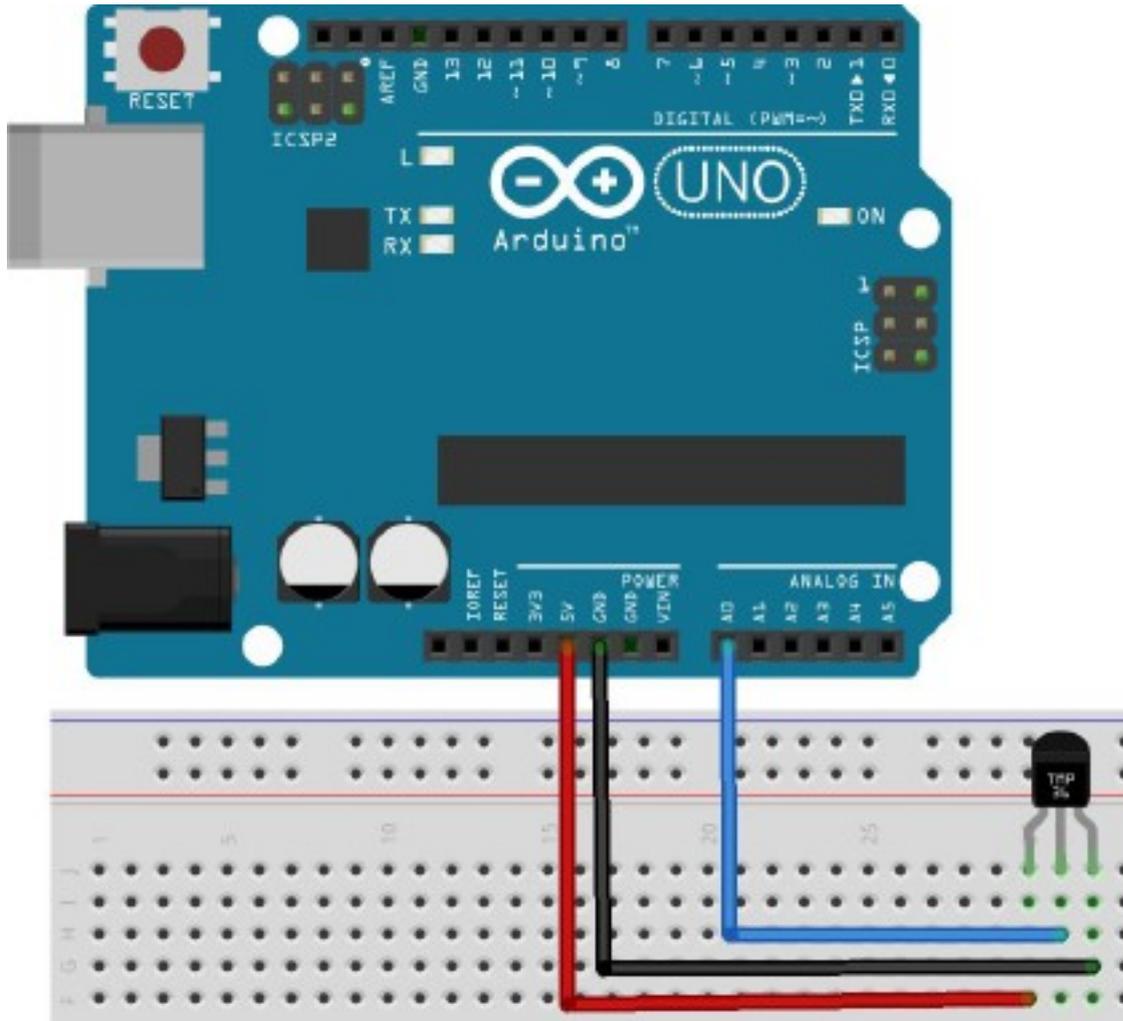
Utilizziamo il sensore di temperatura per rilevare la temperatura del nostro corpo o dell'ambiente circostante. Utilizzeremo per questo esperimento il sensore TMP36, in grado di produrre in uscita una tensione direttamente proporzionale alla temperatura in gradi Celsius.

Dal datasheet si rileva che il sensore permette di misurare temperature comprese tra -40°C $+125^{\circ}\text{C}$ con precisione di $0,5^{\circ}\text{C}$, restituendo in uscita tensioni comprese tra 0,1 V e 1,7V (continui). Inoltre sempre dai datasheet si legge che una variazione di 1°C produce in uscita una tensione di 10 mV e alla temperatura di 0°C il sensore fornisce una tensione di 0,5 V



PIN 1, $+V_S$; PIN 2, V_{OUT} ; PIN 3, GND

Realizziamo un circuito per rilevare il valore letto dal sensore.
Visualizziamo questo valore sulla Serial monitor.



Componenti:
-Arduino
-Sensore temperatura

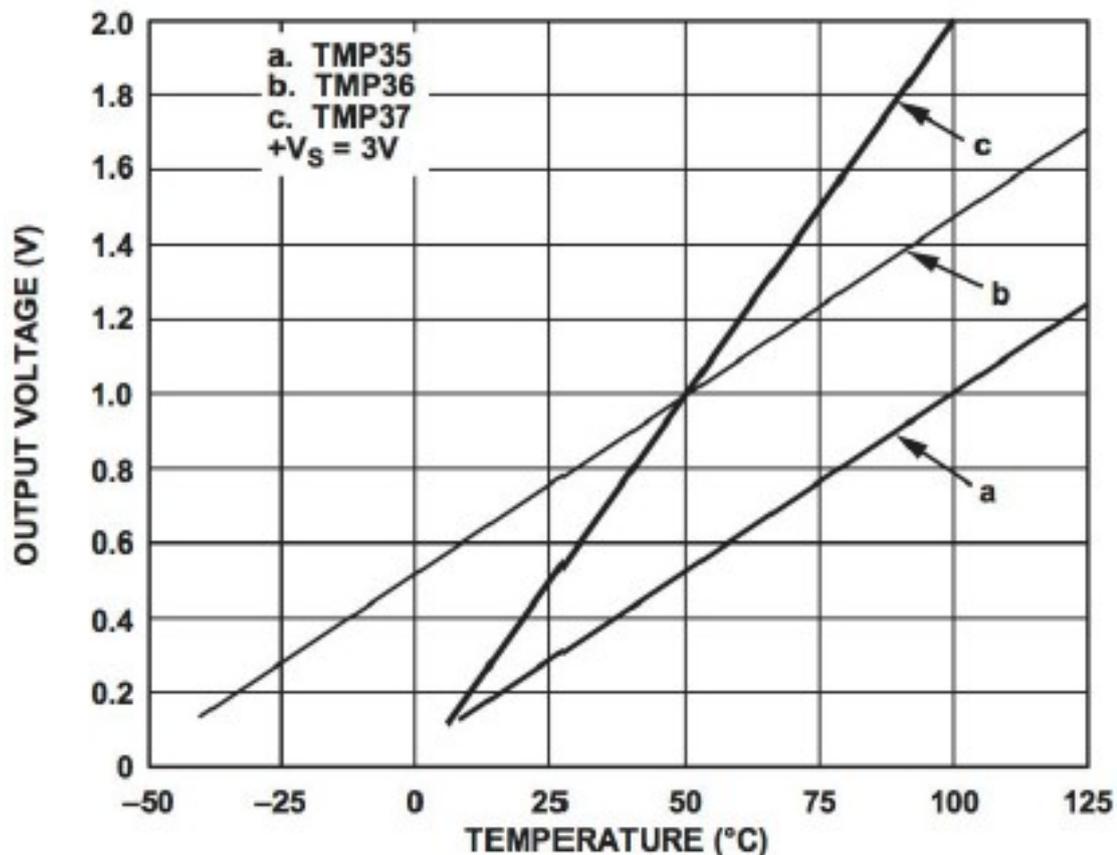
Il valore letto con il precedente sketch deve ora essere convertito in una temperatura. Il datasheet del componente ci fornisce il grafico che mette in relazione la variazione di tensione con la temperatura °C/Vdc.

Dal grafico si osserva (retta b corrispondente al TMP36) che alla tensione di 0,5 V (500 mV) si ha una temperatura di 0°C, quindi tensioni inferiori a 0,5V indicano temperature negative.

Da quanto detto in precedenza sappiamo che una variazione di 10 mV (0,01 V) implica una variazione di 1°C, quindi se sul pin A0 si legge una tensione di 510 mV (0,51 V) vuol dire che il sensore sta rilevando una temperatura di:

$$510 \text{ mV} - 500 \text{ mV} = 10 \text{ mV}$$

corrispondente a 1°C



Output Voltage vs. Temperature

Come precedentemente esposto l' analogRead(pin) legge il valore di tensione (compreso tra 0 e 5V) applicato sul piedino analogico 'pin' con una risoluzione di 10 bit e la converte in un valore numerico compreso tra 0 e 1023, corrispondente quindi ad un intervallo di 1024 valori.

Pertanto ogni intervallo corrisponde ad un valore di tensione V_u di:

$$V_u = \frac{5V}{1024} = 0,00488281 V = 4,88 \text{ mV}$$

Per sapere quindi il valore di tensione rilevato (nell'intervallo tra 0V e 5V) sarà sufficiente moltiplicare la tensione unitari V_u per il valore restituito dalla funzione analogRead(pin), V_q (valore quantizzato) valore compreso tra 0 e 1023:

$$V_m = V_u \times V_q$$

Sapendo che V_u corrisponde a 4,88 mV possiamo anche scrivere che:

$$V_m = 4,88\text{mV} \times V_q$$

Da quanto detto per il sensore TMP36 sappiamo che una variazione di 10 mV corrisponde ad una variazione di 1°C, ciò vuol dire che se dividiamo la tensione misurata sul pin analogico, V_m per il valore

di tensione corrispondente ad 1°C (10 mV=0,01V) e a questo valore sottraiamo il rapporto tra la tensione a 0°C (0,5V) per l'incremento unitario (10mV), si ottiene la temperatura rilevata dal sensore

$$\text{Temperatura} = \frac{V_m}{0,01 V} - \frac{0,5 V}{0,01 V} = \frac{V_m}{0,01 V} - \frac{5 \times 10^{-1} V}{1 \times 10^{-2} V} =$$

$$= V_m \times 100 - 50 = \underline{4,88\text{mV} \times V_q} \times 100 - 50 = 0,488 \times V_q - 50$$


$$V_m = 4,88\text{mV} \times V_q$$

dove V_q ricordo essere il valore restituito dalla `analogRead(pin)`

Utilizzando lo stesso circuito del precedente esperimento si realizzi lo sketch che rileva la temperatura letta dal sensore.

```
int valore = 0;           // valore restituito dall'analogRead()
float temperatura = 0;   // variabile per conservare
                        // la temperatura rilevata

void setup()
{
  Serial.begin(9600);    // inizializzazione della porta seriale
}

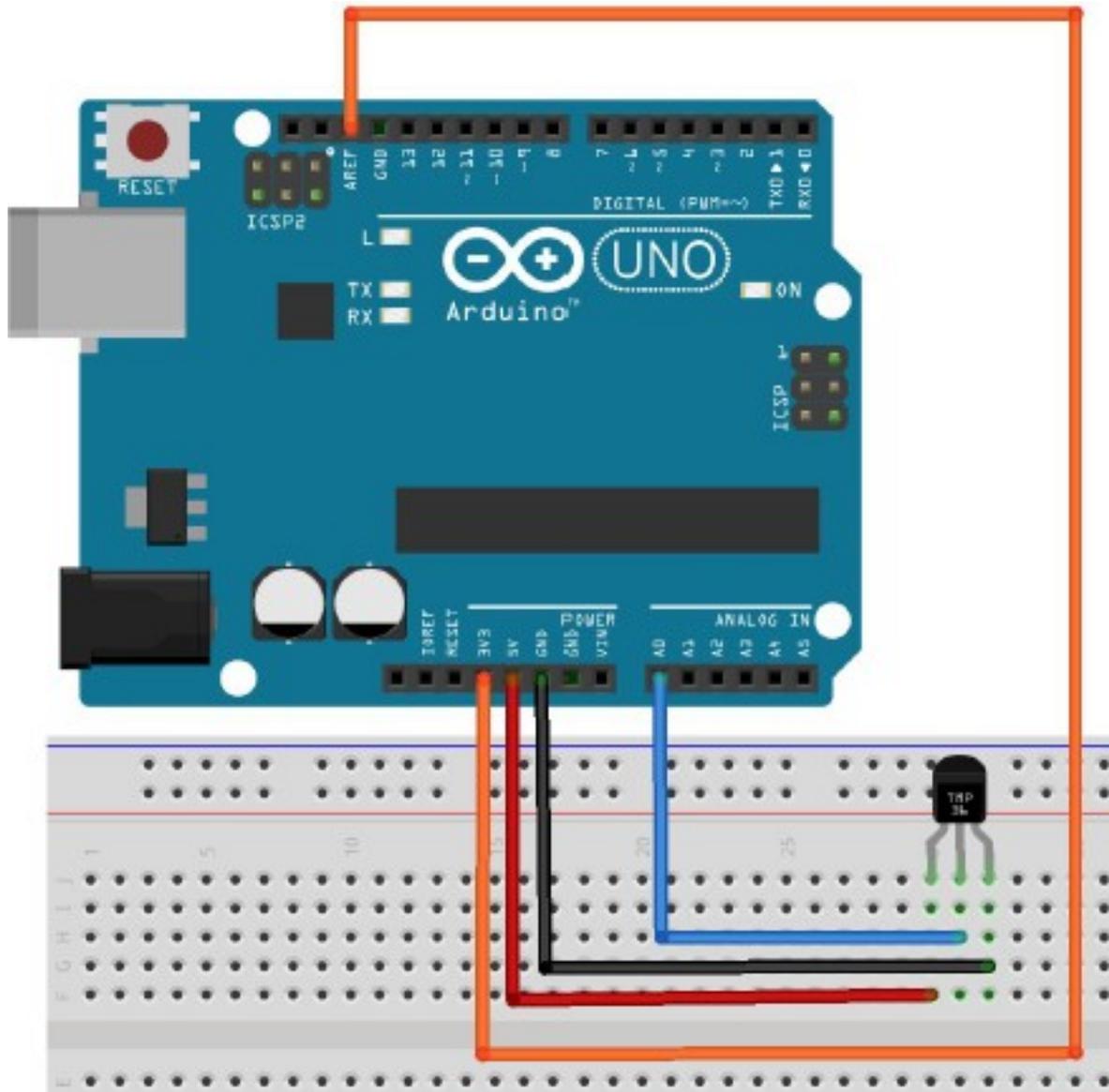
void loop()
{
  valore = analogRead(0); // valore letto dal sensore

  // calcola la proporzione
  // il valore restituito da analogRead() è un numero compreso tra
  // 0 e 1024 pertanto ciascuna unità vale 5/1024 = 4,88 mV
  // da cui valore misurato (volt) = val * 4,88 mV

  temperatura = (0.488*valore-50);
  Serial.println(temperatura); // stampa sulla Serial monitor
                                // il valore letto dal sensore
  delay(1000);                 // intervallo di 1 secondo
}
```

Aumento della precisione modo 1

Per aumentare la precisione della temperatura rilevata si utilizza il pin AREF per indicare al convertitore analogico digitale di Arduino un valore più basso. Si prende come riferimento la tensione di 3,3V presente sulla scheda e si collega al pin AREF. Sostituendo questo valore nelle formule indicate in precedenza avremo:



$$\text{Temperatura} = 0,322 \times V_q - 50$$

dove V_q ricordo essere il
valore restituito dalla
`analogRead(pin)`

Componenti:

- Arduino
- TMP36

Aumento della precisione modo 1

```
int valore = 0;           // valore restituito dall'analogRead()
float temperatura = 0;    // variabile per conservare
                          // la temperatura rilevata

void setup()
{
  Serial.begin(9600);     // inizializzazione della porta seriale
  analogReference(EXTERNAL); // viene indicato al convertitore AD che la tensione
                          // di riferimento non è più 5V ma quella ESTERNA
                          // di 3,3 V
}

void loop()
{
  valore = analogRead(0); // valore letto dal sensore

  // calcola la proporzione
  // il valore restituito da analogRead() è un numero compreso tra
  // 0 e 1024 pertanto ciascuna unità vale 3,3/1024 = 0,322 mV
  // da cui valore misurato (volt) = val * 0,322 mV

  temperatura = (0.322*valore-50);
  Serial.println(temperatura); // stampa sulla Serial monitor
                              // il valore letto dal sensore

  delay(1000);               // intervallo di 1 secondo
}
```



analogReference(EXTERNAL)

Indichiamo al microcontrollore che viene utilizzata una tensione di riferimento esterna, in questo caso 3,3 V, tensione fornita direttamente su uno dei pin di alimentazione di Arduino.

Attenzione che nel caso si intendesse utilizzare nuovamente come riferimento di lettura il valore di default di 5V bisognerà impostare:

analogReference(DEFAULT)

Aumento della precisione modo 2

```
int valore = 0;           // valore restituito dall'analogRead()
float temperatura = 0;    // variabile per conservare
                          // la temperatura rilevata

void setup()
{
  Serial.begin(9600);     // inizializzazione della porta seriale
  analogReference(INTERNAL); // viene indicato al convertitore AD che la tensione
                          // di riferimento non è più 5V ma quella interna
                          // ma il valore INTERNO di 1,1 V
}

void loop()
{
  valore = analogRead(0); // valore letto dal sensore

  // calcola la proporzione
  // il valore restituito da analogRead() è un numero compreso tra
  // 0 e 1024 pertanto ciascuna unità vale 1,1/1024 = 0,107 mV
  // da cui valore misurato (volt) = val * 0,107 mV

  temperatura = (0.107*valore-50);
  Serial.println(temperatura); // stampa sulla Serial monitor
                              // il valore letto dal sensore
  delay(1000);                // intervallo di 1 secondo
}
```

analogReference(INTERNAL)

Indichiamo al microcontrollore viene utilizzata una tensione di riferimento INTERNA, che ha valore 1,1 V.

Attenzione che nel caso si intendesse utilizzare nuovamente come riferimento di lettura il valore di default di 5V bisognerà impostare:

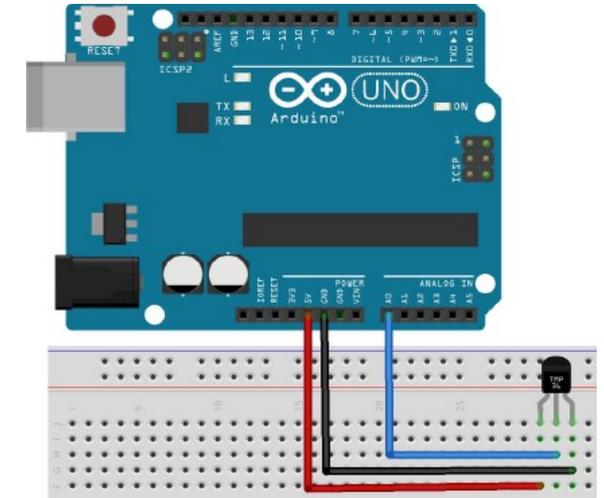
analogReference(DEFAULT)

Aumento della precisione modo 3

Per aumentare la precisione della temperatura rilevata si utilizza la tensione di riferimento interna di 1,1 V e si fa una media tra 8 valori letti.

Aumentare la precisione di lettura
usando il riferimento interno di 1,1 V
e facendo una media tra 8 rilevazioni

Questo codice è di dominio pubblico



```
*/
```

```
int valore = 0; // valore restituito dall'analogRead()
float temperatura = 0; // variabile per conservare
// la temperatura rilevata

int misure[8]; // array in cui memorizzare 8 valori
int i;

void setup()
{
  Serial.begin(9600); // inizializzazione della porta seriale
  analogReference(INTERNAL); // viene indicato al convertitore AD che la tensione
  // di riferimento non è più 5V ma quella interna
  // ma il valore INTERNO di 1,1 V
}
```

```

void loop()
{
  for(int i=0;i<=7;i++) { // legge 8 misure di temperatura

  valore = analogRead(0); // valore letto dal sensore

  // calcola la proporzione
  // il valore restituito da analogRead() è un numero compreso tra
  // 0 e 1024 pertanto ciascuna unità vale  $1,1/1024 = 0,107$  mV
  // da cui valore misurato (volt) = val * 0,107 mV

  misure[i] = (0.107*valore-50); // memorizzazione nella posizione i-esima
  // della temperatura
  temperatura = temperatura + misure[i]; // somma al valore letto quello precedente
}

  temperatura = temperatura/8.0; // media dei valori letti
  Serial.println(temperatura); // stampa sulla Serial monitor
  // il valore letto dal sensore
  delay(1000); // intervallo di 1 secondo
}

```