

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO  
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE



---

**TESI: COMPENSAZIONE DINAMICA DI UN SENSORE DI  
TEMPERATURA PT100**

---

**Prodotto da**  
Matteo Bonato, Matteo Bonetto, Enrico Michelato

Anno Accademico 2021-2022

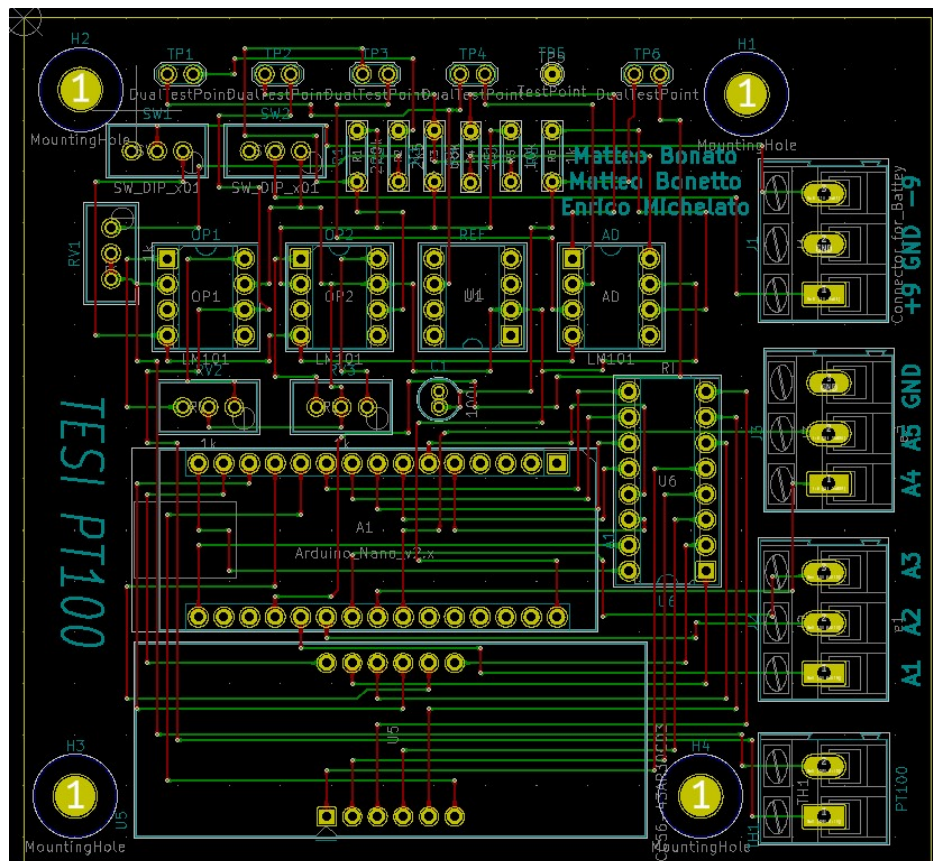
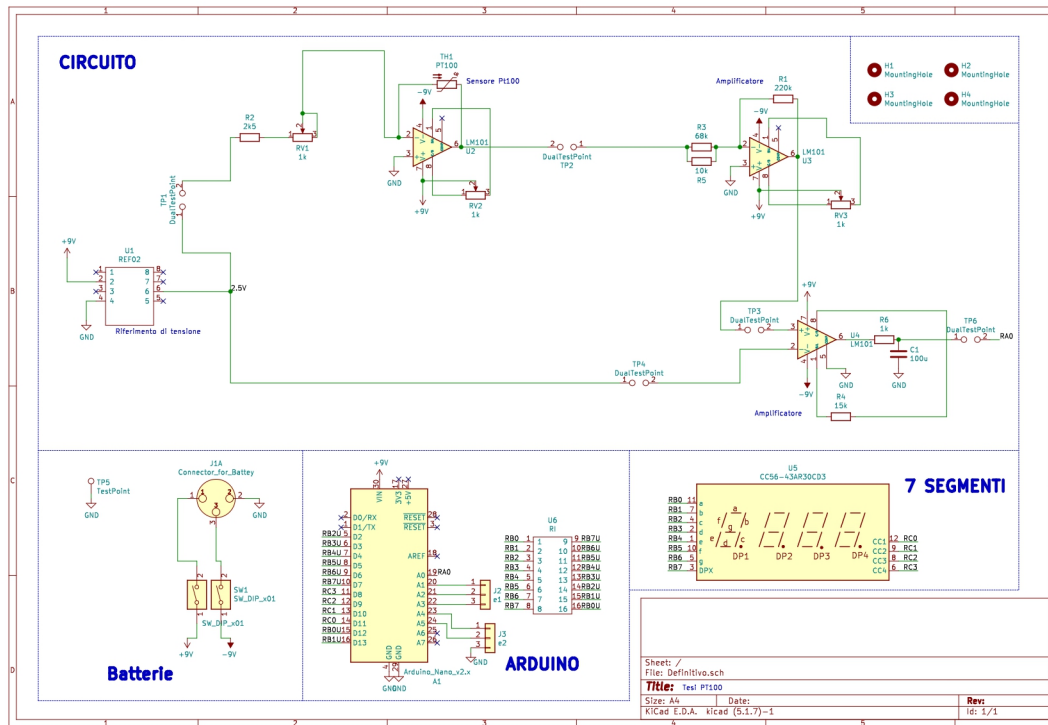
## Sommario

<b>1</b>	<b>Circuito</b>	<b>2</b>
1.1	Schematico . . . . .	2
1.2	PCB . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Assemblaggio</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Configurazioni iniziali</b>	<b>5</b>
3.1	Misure circuitali . . . . .	5
3.2	Configurazione PC . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Ulteriori utilizzi del circuito</b>	<b>7</b>
4.1	Utilizzo degli ingressi analogici di Arduino . . . . .	7
4.2	Lettura Voltaggio in uscita su TP6 . . . . .	7

# 1 Circuito

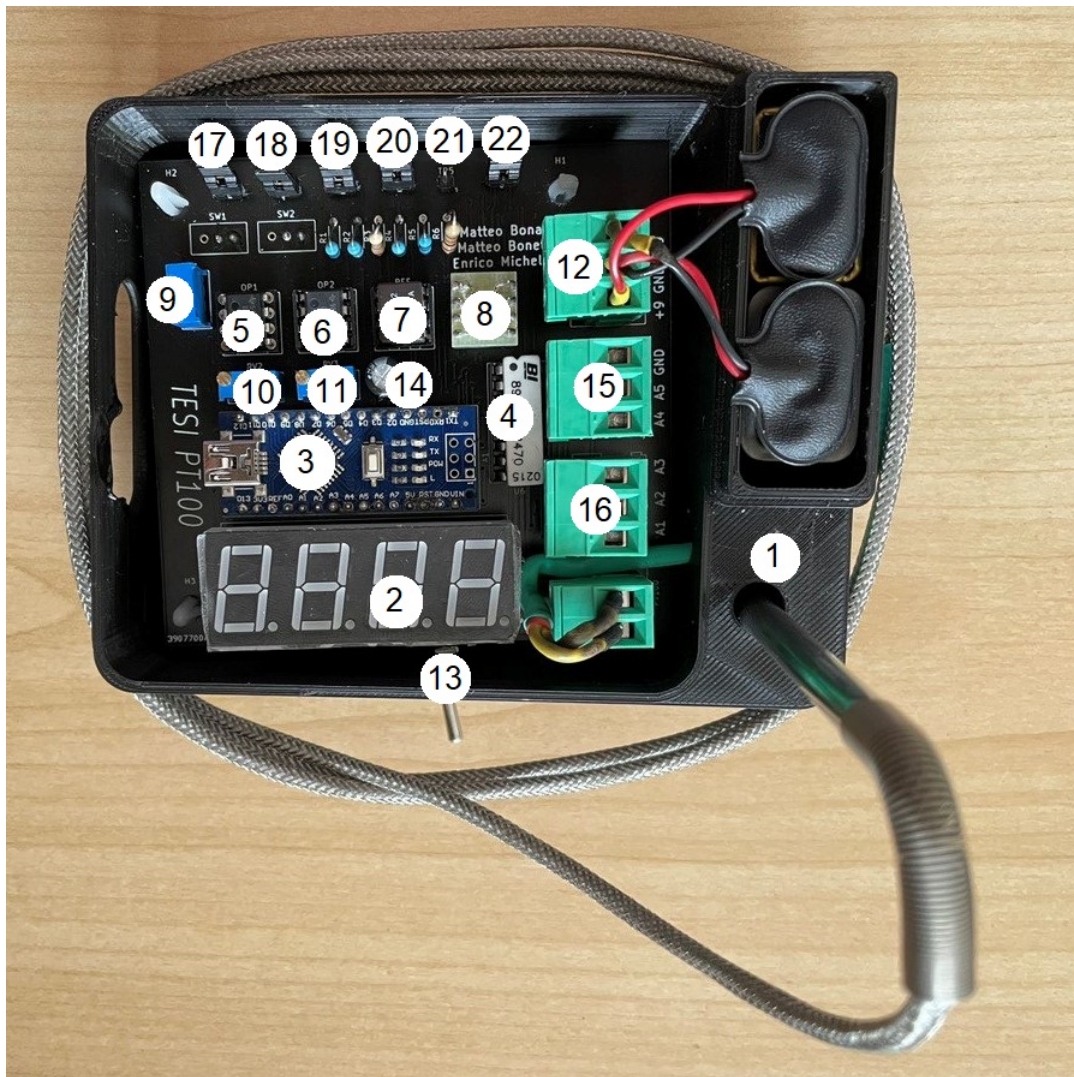
## 1.1 Schematico

Lo schematico qui sotto è rappresentativo del PCB nella sua versione finale (11/04/2022).



## 1.2 PCB

Quella che segue è una foto del PCB già assemblato.



I componenti numerati sono i seguenti:

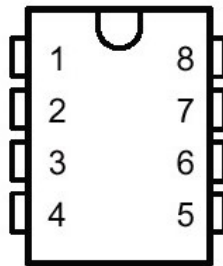
1. Sonda Pt100
2. Display 7 segmenti
3. Arduino NANO
4. Array di resistenze (per display 7 segmenti)
5. OP1 (1° opamp, U2)
6. OP2 (2° opamp, U3)
7. REF (Regolatore di tensione, U3)
8. AD (Amplificatore per strumentazione, U4)
9. Trimmer 1 (controllo corrente OP1)
10. Trimmer 2 (controllo guadagno OP1)
11. Trimmer 3 (controllo guadagno OP2)
12. Alimentazione (+9 V, GND, -9 V)
13. Switch alimentazione

14. Condensatore 100 uF
15. Entrate analogiche (A4, A5, GND)
16. Entrate analogiche (A1, A2, A3)
17. TP1 (per leggere corrente su OP1)
18. TP2 (per leggere tensione in uscita da OP1)
19. TP3 (per leggere tensione in uscita da OP2)
20. TP4 (per leggere tensione in uscita da REF)
21. TP5 (GND)
22. TP6 (collegato ad Arduino)

Tutti i componenti non presenti in questa lista sono comunque presenti sullo schematico.

## 2 Assemblaggio

In questa sezione viene spiegato come assemblare il circuito. E' necessario l'utilizzo di un multimetro (voltmetro e amperometro). La maggior parte dei componenti risulterà già assemblata. Qui sotto una foto utile per il corretto orientamento dei componenti.



1. Inserire la sonda PT100 (1), un cavo in ogni slot. Se la Pt100 è a 3 fili, i due fili dello stesso colore (di solito rosso) vanno uniti come se fossero uno solo
2. Inserire l'alimentazione (12): 2 batterie da 9V cariche (almeno 8V, controllarle con voltmetro prima di utilizzarle), che hanno il GND in comune. Verificarne la corretta disposizione
3. Inserire un OP07CP in OP1 (5)
4. Inserire un OP07CP in OP2 (6)
5. Inserire un REF43GZ in REF (7)
6. Inserire un AD622 in AD (8)
7. Assicurarsi che tutti i cappucci dei test point (TP1, TP2...) siano inseriti correttamente. Cambiarli se laschi
8. Ora si può inserire Arduino e collegarlo al PC

E' altamente consigliabile inserire Arduino solo dopo aver effettuato gli accertamenti sull'alimentazione. Se l'alimentazione dovesse essere errata, Arduino potrebbe danneggiarsi.

## 3 Configurazioni iniziali

### 3.1 Misure circuitali

Prima di iniziare ad utilizzare il circuito è necessario verificare che tutti i componenti funzionino adeguatamente. Eseguire i passaggi sottostanti in ordine.

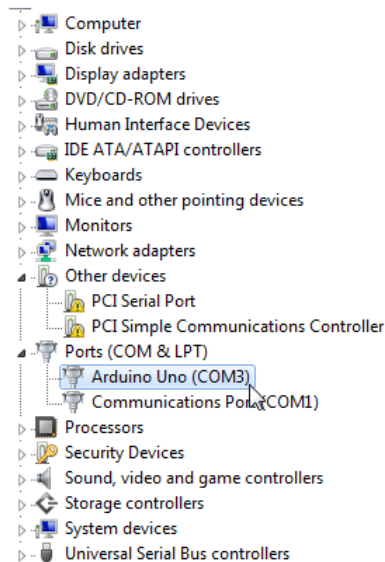
1. Aprire il file MATLAB **taratura.mlx**. Assegnare alla variabile **temperatura** la temperatura della Pt100 (guardare il termostato della stanza). Il codice calcolerà le variabili **vOP1**, **vOP2** e **vAD**, necessarie in seguito
2. Accendere gli switch dell'alimentazione (13).
3. Misurare la tensione dal REF (7), tramite il pin sinistro di TP4 (20): deve essere pari a 2,5V. Rimettere poi il cappuccio a TP4 (20)
4. Togliere il cappuccio a TP1 (17). Misurare la corrente ai suoi capi. Regolare il Trimmer 1 (9) fino a quando non passa esattamente 1 mA. Rimettere il cappuccio a TP1 (17)
5. Misurare la tensione in uscita da OP1 (5) tramite il pin destro di TP2 (18). Regolare il trimmer 2 (10) fino a quando la tensione misurata è esattamente pari a **vOP1**. Rimettere poi il cappuccio a TP2 (18)
6. Misurare la tensione in uscita da OP2 (6) tramite il pin sinistro di TP3 (19). Regolare il trimmer 3 (11) fino a quando la tensione misurata è esattamente **vOP2**. Rimettere poi il cappuccio a TP3 (19)
7. Misurare la tensione in uscita da AD (8) tramite il pin sinistro di TP6 (22). La tensione deve essere pari a **vAD**. Rimettere poi il cappuccio a TP6 (22)

### 3.2 Configurazione PC

Di seguito i passaggi da effettuare per utilizzare correttamente il codice MATLAB.

1. Se l'Arduino NANO utilizzato non è della marca ufficiale Arduino, ma della marca ELEGOO, e se il sistema operativo del PC è Windows, è necessario scaricare questo driver per la corretta compatibilità: [DriverELEGOO](#)
2. Ora bisogna trovare la porta del PC a cui è collegato Arduino

- Trovare la porta su Windows
  - Aprire **Gestione dispositivi**, ed espandere la lista **Porte (COM e LPT)**



- La porta a cui è collegato Arduino è, per esempio, "COM3"
- Trovare la porta su Macintosh
    - Aprire il terminale e digitare: `ls /dev/*`
    - La porta apparirà nel formato `/dev/tty.usbmodem*` o `/dev/tty.usbserial*`, con \* numero della porta
  - Trovare la porta su Linux
    - Aprire il terminale e digitare: `ls /dev/tty*`
    - La porta apparirà nel formato `/dev/ttyUSB*` o `/dev/ttyACM*`, con \* numero della porta
3. Aprire il file MATLAB **TESIPt100.mlx**. Sostituire la stringa **porta** a riga 6 con la porta rilevata sul vostro PC

- Esempio su Windows

```
porta = 'COM3';  
ard=arduino(porta,'nano3')
```

- Esempio su Mac/Linux

```
porta = '/dev/tty.usbserial19';  
ard=arduino(porta,'nano3')
```

Il codice è ora funzionante e può essere utilizzato.

## 4 Ulteriori utilizzi del circuito

### 4.1 Utilizzo degli ingressi analogici di Arduino

Sul circuito sono stati predisposti degli slot per la lettura di segnali tramite dei pin analogici di Arduino (15, 16).

E' importante ricordarsi che l'entrata analogica 1 (15) è collegata rispettivamente ai pin A4, A5 e GND di Arduino.

L'entrata analogica 2 (16) è collegata rispettivamente ai pin A1, A2 e A3 di Arduino.

Per campionare un segnale con questa modalità è necessario innanzitutto aprire il file MATLAB **campionatura.mlx**.

Impostare la corretta porta seriale, come spiegato al relativo paragrafo (3.2)

Prima di iniziare a campionare è necessario tuttavia impostare il corretto pin utilizzato, cambiando la variabile **pinAnalog** a riga 8.

### 4.2 Lettura Voltaggio in uscita su TP6

Il voltaggio in uscita dall'AD622 (8) viene letto dal pin analogico A0 di Arduino. Prima che questo segnale arrivi ad Arduino è possibile interromperlo tramite TP6 (22).

Il segnale può quindi essere prelevato da un capo di TP6 (22) per molteplici scopi.

Può essere dato come input ad un circuito derivatore (opamp per derivazione), o possono essere applicati su di esso dei filtri.

Il segnale può quindi essere riportato, per esempio, all'altro capo di TP6 (22), per essere letto dal pin analogico A0 di Arduino, oppure sulle altre uscite analogiche (15, 16) descritte al punto precedente (4.1).