

(Da Wikipedia): la cella Peltier è una sottile piastrina che funge da pompa di calore. Una delle 2 superfici assorbe calore, mentre l'altra lo emette. Il verso del calore dipende dal verso della corrente.

Laboratorio SENSORI e CONTROLLO

Descrizione delle attività

giunzione
 $I \propto P_T = \text{pot. termica}$
 $P_T = \rho_p I$
 Coeff. di Peltier

1. Introduzione

Descrizione del principio di funzionamento di una cella Peltier: $dQ_p = \pm p i dt$

Dove Q_p è il calore spostato, i è la corrente che attraversa la giunzione bimetallica e p è un coefficiente costante (con le dimensioni di una tensione [V]). L'effetto Peltier riguarda l'assorbimento reversibile di calore che avviene quando una corrente elettrica attraversa una giunzione bimetallica.

Da notare che l'effetto è lineare con i , al contrario dell'effetto Joule: calore dissipato in una resistenza $dQ_J = +i^2 R dt$.

Ordini di grandezza dell'effetto Peltier: il calore spostato è dello stesso ordine di grandezza del calore dissipato per effetto Joule. (ovviamente per la corrente nominale, in quanto al diminuire di i la cella diviene più efficiente).

$$P_J = RI^2$$

Nel nostro caso $p \cong 14 \text{ W/A}$. R è dell'ordine di 4 ohm (attenzione che varia molto con T e ΔT). Corrente massima 6 A, differenza di temperatura sostenibile 60 °C a 6 A.

2. Schema del circuito di alimentazione

Tensioni di soglia

$V_{gsP} \leq -3V \rightarrow \text{MOS P fa passare } I$

$V_{gsN} \geq 3V \rightarrow \text{MOS n assorbe } I$

Apro Mos P

Tensioni di comando

+1

-1

Apro Mos n

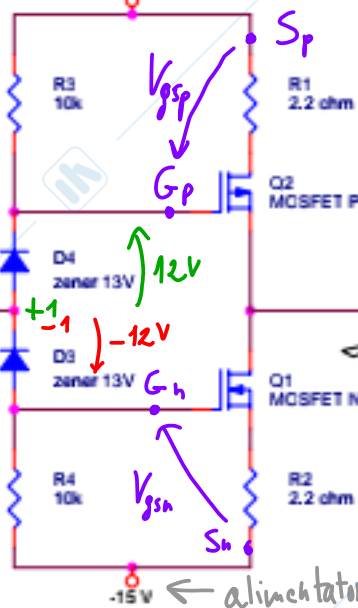
Ingresso di comando da DAQ

J1

1

BNC

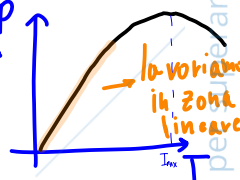
Uscita Analogica DAQ



$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = P_T + P_J$$

Se riscaldo con la cella

Se raffreddo



X leggere la tensione in uscita con la DAQ

Uscita di lettura corrente verso DAQ

Canale di lettura DAQ

Questo circuito inietta una corrente nella cella Peltier, che è funzione della tensione di comando. La linea di sinistra, con i due diodi zener, serve a portare il segnale di comando ai livelli di tensione utili per comandare gli elettrodi di gate dei due mosfet. I due transistor non sono mai accesi contemporaneamente: la corrente positiva viene erogata dal mosfet a canale p superiore, la corrente negativa viene assorbita dal mosfet a canale n inferiore.

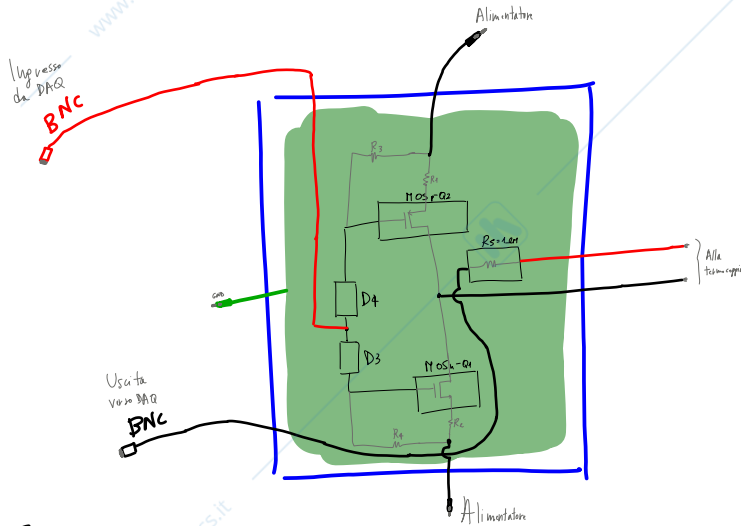
La corrente di uscita può essere misurata direttamente acquisendo la tensione ai capi della resistenza di 1 ohm, posta in serie alla cella peltier.

Riportiamo nel grafico seguente la funzione corrente iniettata-tensione di comando, realmente misurata per un circuito. La tensione di accensione, sia positiva che negativa, può variare di $\pm 1 \text{ V}$ (da 0 V a 2 V), a causa della dispersione dei valori di tensione di soglia dei mosfet.

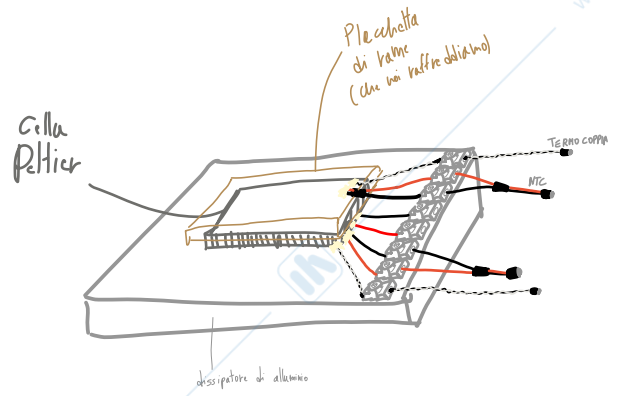
È opportuno limitare la corrente erogata a 0.5 A, in quanto gli alimentatori di tensione impiegati possono erogare una corrente massima di 1 A (in questo modo si evitano surriscaldamenti ed eventuali danneggiamenti per sovraccarico).

Componenti nella realtà

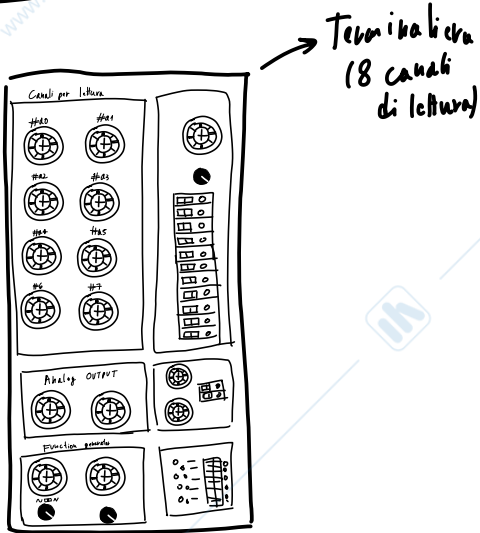
• circuito generatore di corrente



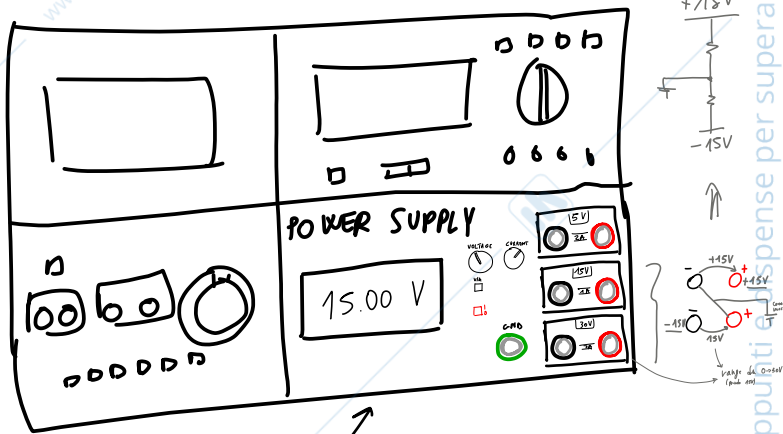
• Cella Peltier



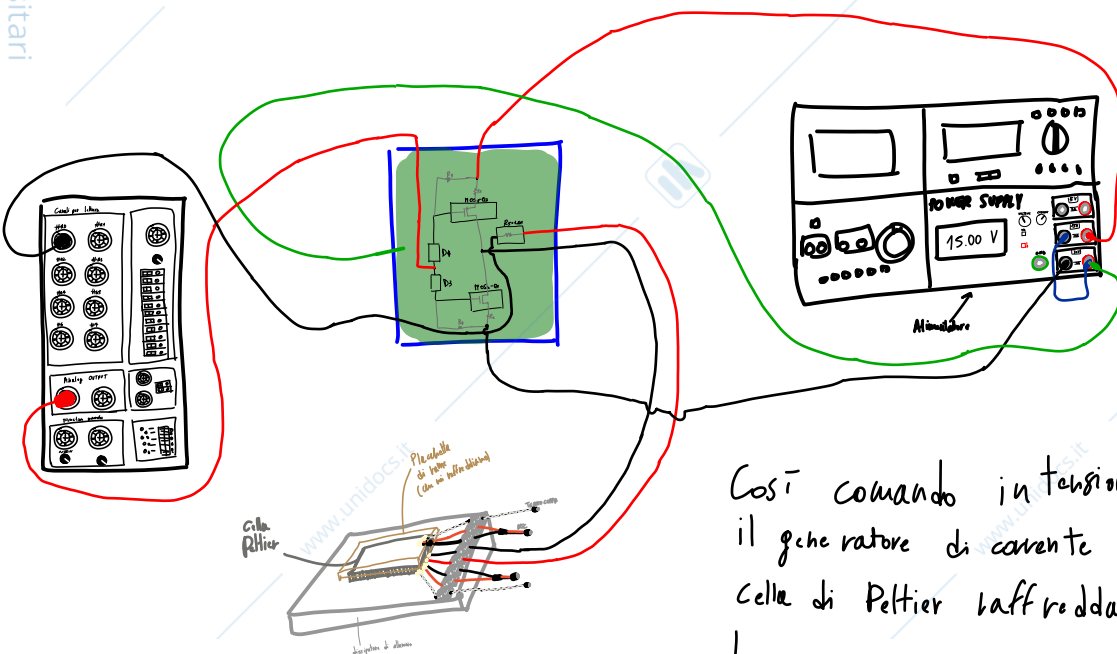
• Scheda DAQ



• Alimentatore



Collegamento elementi



Così comando in tensione con la DAQ il generatore di corrente che attorenerà la cella di Peltier raffreddando il rame. Per le misure con i sensori dovrò collegare le uscite della termocoppia e NTC ai canali di lettura della DAQ.

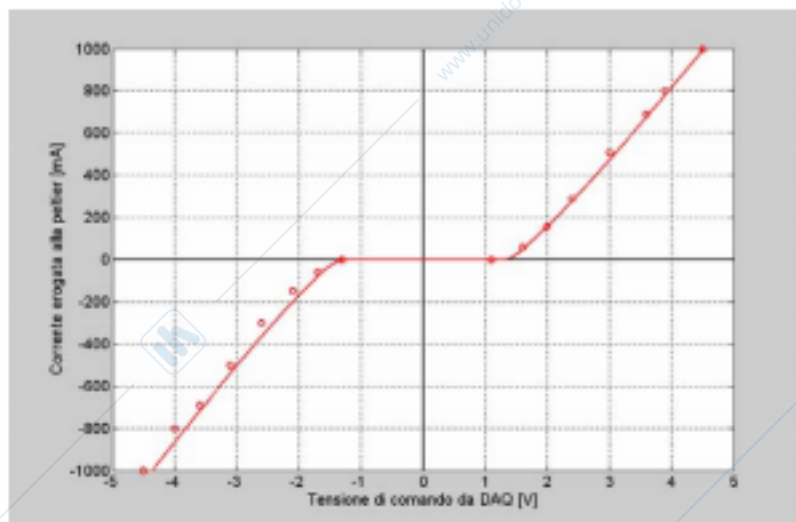


Grafico corrente-tensione del circuito di alimentazione (punti misurati e curva teorica)

3. Termocoppie e NTC

Termocoppie: giunzioni bimetalliche che esibiscono una differenza di potenziale ai loro capi, in funzione della temperatura. Effetto Seebeck: $dV = \alpha \cdot dT$. Se ci sono due giunti di due metalli diversi A e B, la differenza di tensione netta diverrà $dV_{AB} = \alpha_{AB} \cdot dT$, dove $\alpha_{AB} = \alpha_A - \alpha_B$.

Ad esempio per la termocoppia di tipo T, rame-costantana, la tensione sviluppata vale:

$$V_{AB} = -0.0543 + 4.094 \cdot 10^{-2} T + 2.874 \cdot 10^{-5} T^2 \text{ mV}$$

che corrisponde a un coefficiente di sensibilità

$$\alpha_T = 4.094 \cdot 10^{-2} + 2.874 \cdot 10^{-5} T \cong 40.9 \mu\text{V}/^\circ\text{C} \quad \text{a } 25^\circ\text{C}$$

Da notare che T nella formula è la differenza di temperatura tra il giunto *caldo* ed il giunto *freddo*.

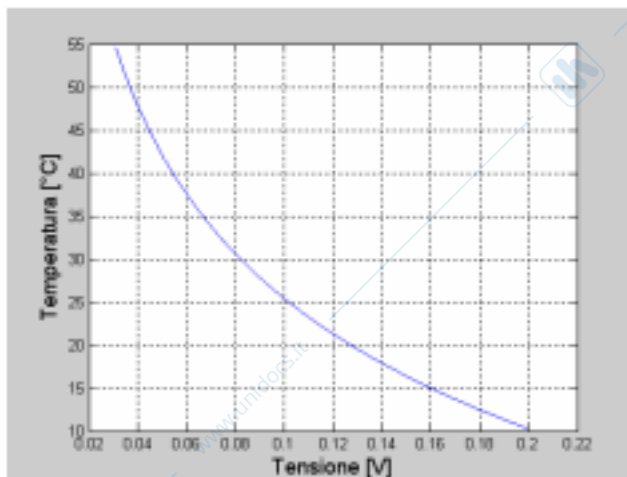
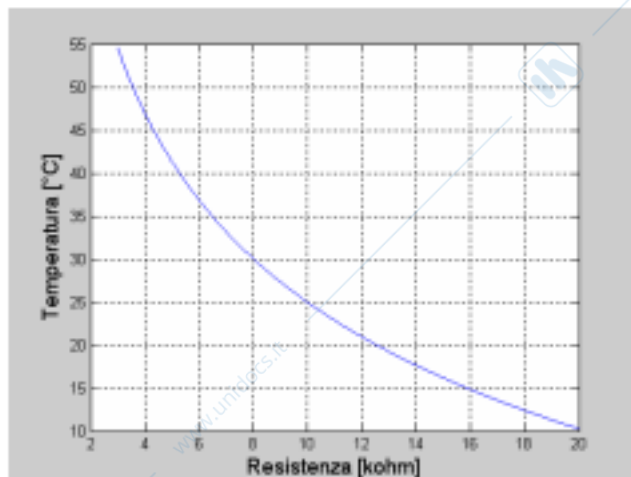
NTC: è un termistore di ossido metallico, con coefficiente di temperatura negativo, fortemente non lineare. $R = R_0 e^{-\beta(1/T_0 - 1/T)}$. Nel nostro esperimento per $T_0 = 25^\circ\text{C}$, $R = R_0 = 10 \text{ k}\Omega \pm 2\%$ e la temperatura caratteristica del termistore vale $\beta = 3977 \text{ K} \pm 0.75\%$. Quindi

$$T = \left(\frac{1}{T_0} + \frac{1}{\beta} \ln \frac{R}{R_0} \right)^{-1}$$

Noi però misuriamo la tensione ai capi di R , alimentandola a 5 V tramite una $R_F = 480 \text{ k}\Omega$.

Per cui $R = R_F \frac{V}{5-V}$. Pertanto si ottiene una formula finale (tutto in °K):

$$T = \left[\frac{1}{T_0} + \frac{1}{\beta} \ln \left(\frac{R_F}{R_0} \frac{V}{5-V} \right) \right]^{-1} = \left[\frac{1}{T_0} + \frac{1}{\beta} \ln \left(\frac{48 \cdot V}{5-V} \right) \right]^{-1} \cong \left[\frac{1}{298} + \frac{1}{3977} \ln(9.8V) \right]^{-1}$$



4. Programma LabVIEW a: lettura temperatura

Collegare le termocoppie e fare programma di lettura, con coefficiente di sensibilità per ottenere la differenza di temperatura (ancora tutto spento).

Collegare e leggere i due NTC, con elaborazione dei dati per ottenere la temperatura assoluta (inserire struttura "formula"). ← grafici T V

5. Programma LabVIEW b: imposta V e leggi I

Fare un programma che imposti una tensione sull'uscita analogica DAQ0 e legga la tensione ai capi della resistenza da 1 ohm.

Connettere l'alimentatore (+15V / -15V).

Provare per punti, quindi fare un ciclo per tracciare caratteristica I-V, salvando i dati, in modo che la corrente massima non superi 0.6 A. Ricordarsi di mettere ultimo frame con azzeramento della tensione in DAQ0.

Trovare le due tensioni di comando che corrispondono a 0.5 A e a -0.5 A. ← grafico I e V

6. Osservazione della temperatura e misura di un transitorio (almeno parzialmente)

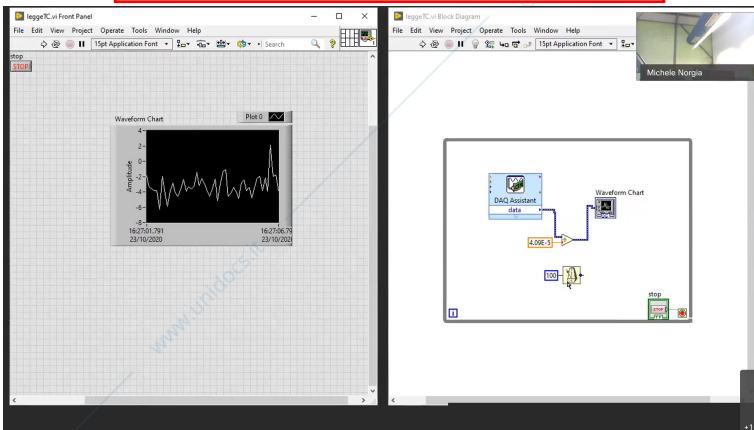
Fare un programma che acquisisca tutti i dati di temperatura (sfruttare quello già fatto), in risposta a un gradino di corrente di 0.5 A. (dando la tensione ricavata prima), con salvataggio dei dati.

Ricordarsi di mettere ultimo frame con azzeramento della tensione in DAQ0.

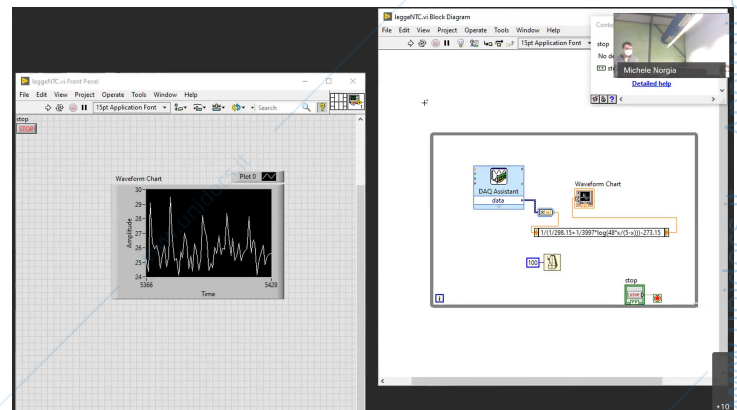
7. Controllo ON-OFF (se c'è tempo)

Fare un programma (sfruttando i precedenti) che dia 0.5 A ON-OFF in modo da mantenere la piastrina di rame a 15°C (basato sulla lettura dell'NTC nel rame). (utilizzare case structure). Non diamo isteresi, per cui il risultato finale sarà un'oscillazione, comunque accettabile perché il tempo di campionamento è basso (impostato a 0.5 s).

4.LabVIEW: lettura con termocoppia



4.LabVIEW: lettura con NTC



5.LabVIEW: imposto v e osservo quanta corrente attraversa la cella

