

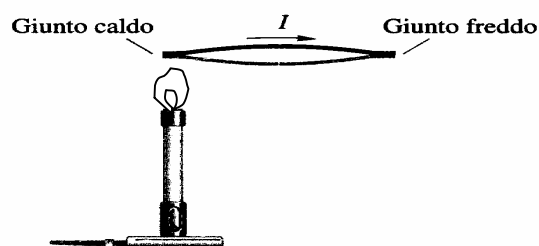
Le termocoppie

È raro imbattersi in un processo industriale che non necessiti del controllo di una temperatura; in effetti, basta pensare che ben il 25% del mercato mondiale dei sensori riguarda sensori di temperatura per rendersi conto della diffusione che presenta la misura di una temperatura.

Esistono diversi tipi di sensori di temperatura; noi analizzeremo le *termocoppie*.

La termocoppia è un sensore di temperatura autogenerante che sfrutta l'effetto Seebeck presente in un circuito termoelettrico.

Se giuntiamo due conduttori di materiale diverso alle loro due estremità e scaldiamo uno dei due giunti come mostrato in figura seguente, utilizzando strumenti opportuni possiamo osservare il passaggio di corrente nel circuito termoelettrico che si è così realizzato. **La corrente è dovuta alla presenza di una differenza di potenziale generata per effetto Seebeck tra i due giunti sottoposti a temperature diverse .**

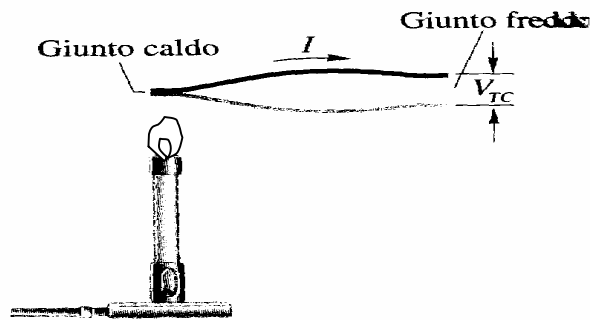


Thomas Seebeck, il fisico che per primo nel 1821 studiò il fenomeno, dimostrò che il potenziale elettrico V , che nasce in un giunto è funzione della temperatura del giunto e tale potenziale dipende dalle caratteristiche fisiche della giunzione, secondo la relazione: $V_j = \alpha \cdot T_j$ dove α è il *coefficiente di Seebeck*, che dipende dalla temperatura e dalle caratteristiche fisiche della giunzione.

Nel caso del circuito termoelettrico dell'esempio, ciascuno dei due giunti genera un potenziale elettrico proporzionale alla temperatura a cui si trova; dunque la corrente elettrica generata è proporzionale alla tensione presente tra i due giunti, pari alla differenza dei due potenziali elettrici generati: **-Di conseguenza la tensione tra i due giunti è, quindi, funzione della differenza di temperatura presente tra i due giunti e può costituire la grandezza di uscita del trasduttore.**

$$V_{Trasd} = \alpha \cdot T_{J1} - \alpha \cdot T_{J2}$$

Perché ciò accada il giunto caldo è sottoposto alla temperatura da misurare, in corrispondenza dei due elettrodi che costituiscono il giunto freddo si preleva la tensione V_{Trasd} . come si nota dalla figura seguente

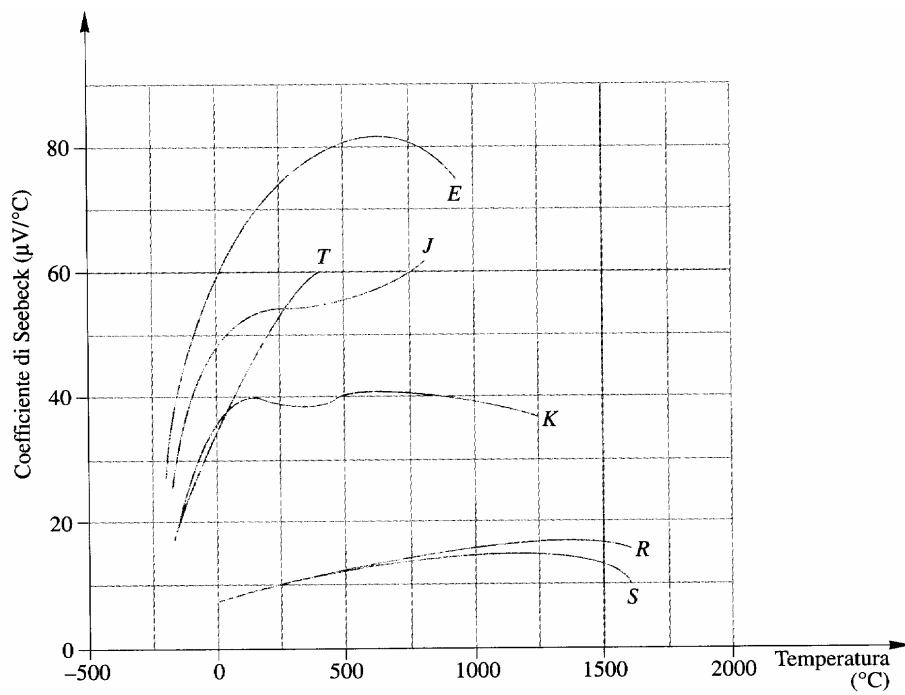
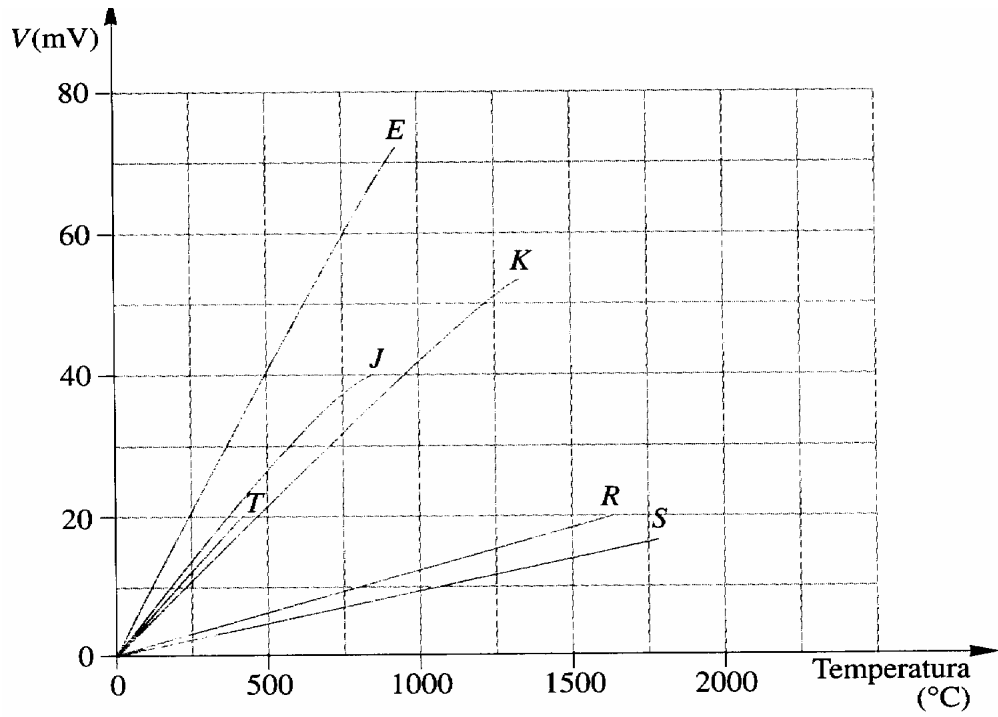


Lo standard ANSI riporta le sigle delle varie termocoppie costituite dalla giunzione dei metalli riportati in tabella ed il campo di temperatura di funzionamento delle medesime.

TABELLA 2 Termocoppie secondo lo standard ANSI.

Tipo ANSI	Metalli		range di temperatura in °C
	+	-	
E	Cromel	Costantana	-50 + +900
J	Ferro	Costantana	-100 + +740
K	Cromel	Alumel	-20 + +1200
R	Platino	Platino con 13% di rodio	0 + +1350
S	Platino	Platino con 10% di rodio	0 + +1350
T	Rame	Costantana	-180 + +380

L'andamento della tensione con la temperatura per le varie termocoppie é riportato in figura. Tali andamenti non mostrano una **forte non linearità** ma, in realtà, il coefficiente di Seebeck é anch'esso funzione della temperatura per cui $V_T(T) = \alpha(T) \cdot (T_{Jcaldo} - T_{freddo})$. Un'altra **caratteristica negativa** delle termocoppie é la **bassa sensibilità** per cui la tensione di uscita oltre ad essere **linearizzata** deve essere anche molto **amplificata**.



Come si può osservare il segnale $V_{TC} = \alpha \cdot (T_{Jc} - T_{Jf})$. Di conseguenza il termine che dipende dalla temperatura da misurare si esprime $\alpha \cdot T_{Jc} = V_{TC} + \alpha \cdot T_{Jf}$. Per poter ottenere un segnale in tensione proporzionale alla temperatura del giunto caldo è necessario sommare alla tensione generata dalla termocoppia una tensione di compensazione pari alla componente in tensione dovuta al giunto freddo. Ciò si effettua mediante delle **tecniche di compensazione** che possono essere realizzate in due modi distinti: **tecniche hardware e software**.

Per via hardware un apposito circuito genera una tensione proporzionale alla temperatura del giunto freddo che va sommata alla V_{TC} .

Per via software la temperatura del giunto freddo e la tensione V_{TC} é acquisita dal calcolatore. Di poi un programma si incarica di compensare sommando alla tensione V_{TC} l'equivalente in volt della temperatura del giunto freddo. Il programma e la routine che effettua la correzione prevede che si conosca il tipo di termocoppia utilizzata.

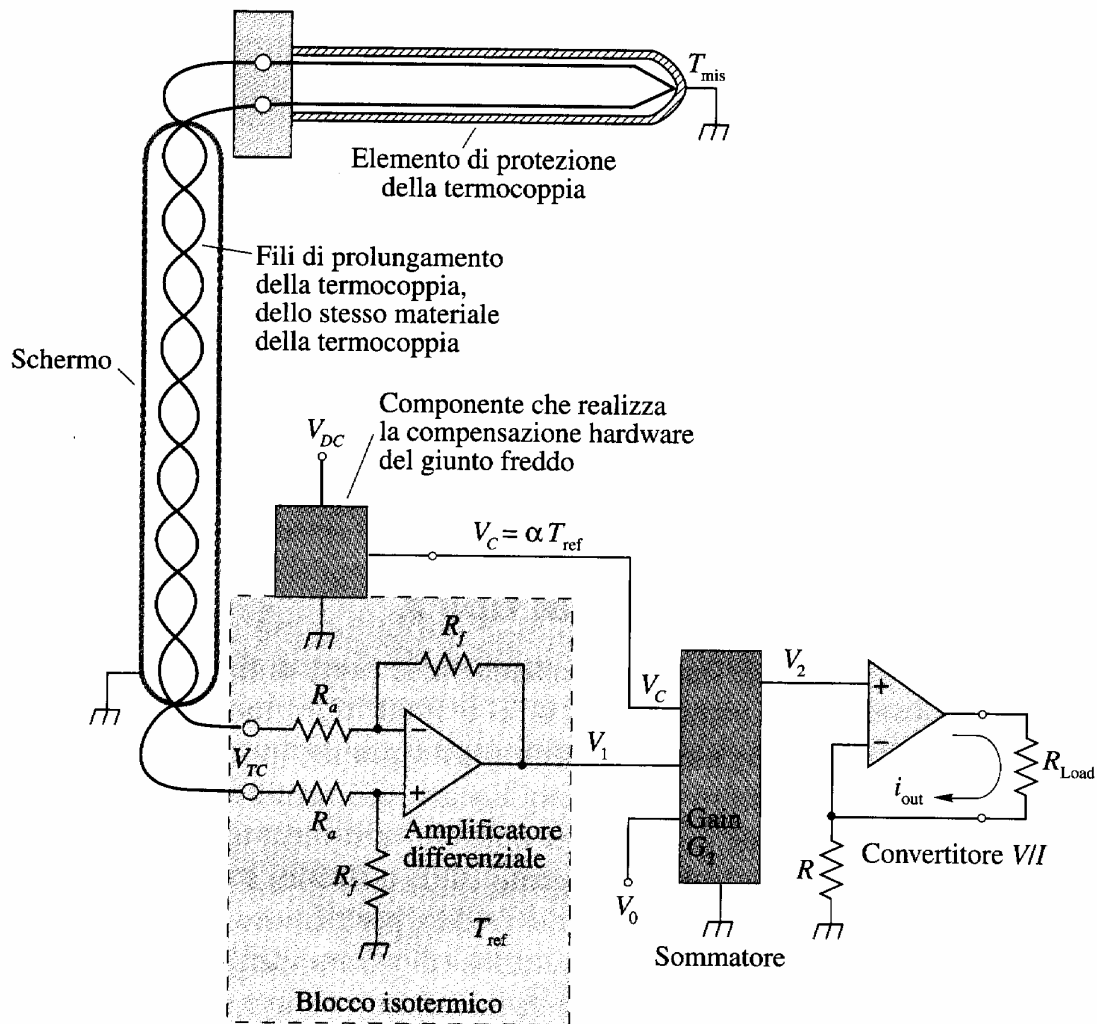
I vantaggi e gli svantaggi dei due approcci sono riportati in tabella seguente.

Tipo di compensazione	Vantaggi	Svantaggi
Hardware	Veloce.	Aumenta la complessità circuitale. Ciascuna termocoppia deve essere dotata del proprio circuito di compensazione.
Software	Versatile. Diminuisce la complessità circuitale. Possono essere utilizzate termocoppie diverse.	Più lenta e appesantisce il tempo di esecuzione del programma.

LA TERMOCOPPIA K(CROMEL-ALUMEL)

Dall'analisi della dipendenza del coefficiente di Seebeck in funzione della temperatura si deduce che nel range $[0:1000]^{\circ}\text{C}$ la termocoppia K ha un comportamento pressoché lineare in quanto α é approssimativamente piatto. Di conseguenza queste termocoppie sono molto usate perché non necessitano del circuito di linearizzazione.

In figura seguente é riportato uno schema che illustra una acquisizione di un segnale di temperatura mediante una termocoppia.



$$V_1 = G_1 \cdot V_{TC} \quad G_1 = \frac{R_f}{R_a} \quad V_2 = G_2 \cdot (V_1 + V_C + V_0) \quad i_{out} = \frac{V_2}{R}$$

Concludendo possiamo affermare che la diffusione delle termocoppie in ambito industriale ha convinto le case costruttrici come la **Analog-Devices** a produrre componenti

integrati che condizionano il segnale prelevato da un determinato tipo di termocoppie. In genere all'interno di tali integrati vi sono circuiti di linearizzazione, compensazione del giunto freddo ed amplificazione.