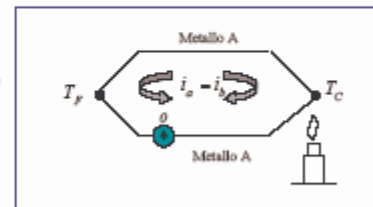


- Effetto Seebeck

Se le due estremità di un conduttore sono poste a differenti temperature si osserva in esso un flusso di energia termica che si sposta dal giunto caldo al giunto freddo; questo gradiente di temperatura provoca un campo elettrico nel conduttore con la conseguente generazione di una forza elettromotrice del tipo:

	dE_{S_A} [V]: f.e.m. generata
$dE_{S_A} = k_{S_A}(T) \cdot dT$	k_{S_A} [V/K]: potere termoelettrico o coefficiente Seebeck
	dT [K]: variazione di temperatura

con k_{S_A} dipendente in modo non lineare dalla temperatura e non legato alla natura della giunzione. Se il conduttore è chiuso in un loop con lo stesso materiale è chiaro che non si osserverà alcun passaggio di corrente poiché i campi elettrici nei due conduttori genereranno due correnti uguali ed opposte.

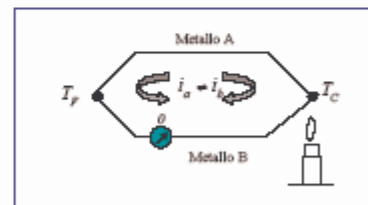


43

Se invece si combinano due diversi conduttori posti a differenti temperature la forza elettromotrice generata sarà proporzionale dalla differenza dei coefficienti di Seebeck dei due materiali $k_{S_{AB}} = k_{S_A}(T) - k_{S_B}(T)$:

	$dE_{S_{AB}}$ [V]: f.e.m. generata
$dE_{S_{AB}} = k_{S_{AB}}(T) \cdot dT$	$k_{S_{AB}}$ [V/K]: potere termoelettrico o coefficiente Seebeck
	dT [K]: variazione di temperatura

Se si chiudono i conduttori in un loop si osserverà un passaggio di corrente con verso e valore che dipende dalle due temperature e dal tipo di metalli considerati.



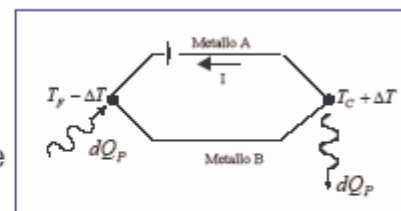
44

- Effetto Peltier (effetto termico sulle giunzioni)

Se si fa circolare una corrente elettrica attraverso le giunzioni di due differenti conduttori questa assorbe o produce, a seconda della direzione della corrente, una quantità di calore:

	dQ_P [J]: quantità di calore
	k_{PAB} [V]: coefficiente Peltier
$dQ_P = \pm k_{PAB} \cdot I \cdot dt$	dt [s]: tempo di circolazione
	I [A]: corrente nelle giunzioni

dove questo effetto *reversibile* non dipende dalla natura del contatto ma è legato linearmente alla corrente circolante. Se quest'ultima circola nella stessa direzione della corrente di Seebeck la giunzione fredda libera calore mentre quella calda lo assorbe.

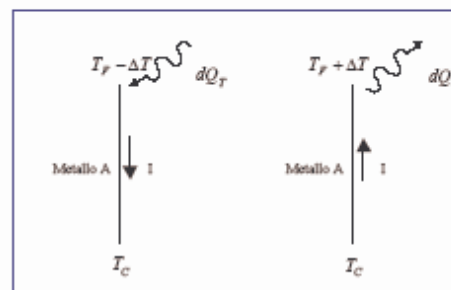


45

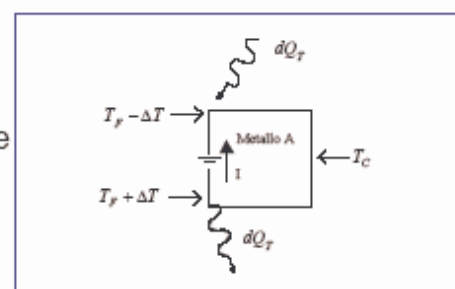
- Effetto Thomson (effetto termico nei conduttori)

Se si fa circolare una corrente elettrica in un conduttore omogeneo che presenta un gradiente di temperatura lungo la sua estensione ci sarà l'assorbimento o la produzione di una quantità di calore pari a:

	dQ_T [J]: quantità di calore
	k_T [V/K]: coefficiente Thomson
$dQ_T = \pm k_T \cdot I \cdot dT \cdot dt$	dt [s]: tempo di circolazione
	I [A]: corrente nelle giunzioni
	dT [K]: variazione temperatura



dove il calore sarà assorbito, se flusso di energia termica e corrente hanno direzione discordi, sarà liberato nel caso di direzioni concordi. In un conduttore chiuso (dello stesso materiale) vi saranno due effetti Thomson uguali ed opposti di modo che essi si annullano l'un l'altro.



46

Relazioni Termodinamiche

I tre effetti termoelettrici descritti sono in relazione fra loro e per poter spiegare in dettaglio le interazioni fra essi si dovrebbe ricorrere alla meccanica quantistica. Da un punto di vista ingegneristico è possibile analizzare il problema assimilando il circuito termoelettrico ad un "un motore termico reversibile". Se consideriamo due conduttori differenti a due temperature diverse avremo una generazione di f.e.m. per effetto Seebeck che produce, nel caso di corrente unitaria, una potenza:

$$E_{S_{AB}} = k_{S_{AB}} \cdot \Delta T$$

D'altronde la circolazione di corrente produrrà, nelle due giunzioni per effetto Peltier, l'assorbimento e la generazione di potenza termica di valore:

$$k_{P_{AB}}(T_c) = k_{P_{AB}}(T + \Delta T) \quad e \quad k_{P_{AB}}(T_F) = -k_{P_{AB}}(T)$$

e nei due conduttori per effetto Thomson, l'assorbimento e la generazione di potenza termica di valore:

$$k_{T_B}(T_c) = k_{T_B} \cdot \Delta T \quad e \quad k_{T_A}(T_F) = -k_{T_A} \cdot \Delta T$$

In definitiva, possiamo scrivere la relazione:

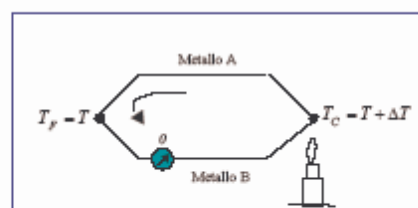
$$E_{S_{AB}} = k_{S_{AB}} \cdot \Delta T = k_{P_{AB}}(T + \Delta T) - k_{P_{AB}}(\Delta T) + k_{T_B} \cdot \Delta T - k_{T_A} \cdot \Delta T \quad [V]$$

secondo cui le potenze elettrica e termica si identificano. Possiamo pertanto affermare che:

La forza elettromotrice presente in un circuito chiuso formato da due differenti conduttori a due diverse temperature è la somma algebrica delle due f.e.m. Peltier di ciascuna giunzione e delle due f.e.m. Thomson di ciascun conduttore. La risultante di questi due effetti reversibili (riscaldamento-raffreddamento) costituisce proprio la f.e.m. di Seebeck.

In definitiva, per il caso termoelettrico si può concludere che:

La variazione del misurando è convertita in una variazione di di forza elettromotrice



Esempi

- termocoppia
- frigorifero termoelettrico (effetto Peltier)