

13/01/2009

*IPSIA "Antonio Pacinotti" - Pistoia*

# Utilizzazione di un Sensore (Termistore)

*Analisi della risposta*



Laboratorio di Sistemi

**Classe V** - I Sensori Gualtiero Lapini

# Utilizzazione di un Sensore (Termistore)

## *Analisi della risposta*

**Scopo dell'esercitazione:** Visualizzare l'andamento della risposta di un sensore di temperatura, inserimento dello stesso in un ponte di Wheatstone e linearizzazione della risposta del circuito

**Procedimento:** Usare in Pspice la simulazione DC Sweep (per ricavare la risposta di un circuito al variare di un parametro qualsiasi) e creazione di un sensore di tipo resistivo (utilizzando dei parametri).

Disponiamo di un termistore del tipo a risposta lineare (entro un range ristretto di temperatura) di tipo cosiddetto **RTD** (*Resistance Temperature Detector ovvero Termoresistore*).

Come appena detto la risposta di questi dispositivi è del tipo:

$$R_T = R_O \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \quad \text{a volte indicata anche con} \quad R_T = R_O \cdot (1 + \alpha \cdot (T_{AMB} - T_{RIF}))$$

dove  $R_O$  è la resistenza ad una temperatura detta di riferimento,  $\alpha$  è la costante di proporzionalità dipendente dal materiale utilizzato (in genere un metallo) e  $\Delta T$  è la differenza di temperatura tra la temperatura ambientale a cui è sottoposto il sensore e la temperatura di riferimento indicata dal costruttore.

La risposta è **lineare**, come si può vedere dalla espressione utilizzata che, dopo averla sviluppata, è praticamente identica a  $y = mx + c$ , che in matematica/geometria si riferisce ad una retta non passante per l'origine. La formula però è valida entro un ristretto intervallo (range) di temperature.

per questo componente il produttore ci fornisce i seguenti dati:

$$\alpha = 1,85 \times 10^{-3} \text{ [}^\circ\text{C}^{-1}\text{]} \quad \text{e} \quad R_O = 5600 \text{ ohm @ } 25^\circ\text{C}$$

Occorre prestare molta attenzione alla temperatura di riferimento, a volte nei datasheet ciò non è sempre ben comprensibile ma è assolutamente necessaria per i calcoli.

Per prima cosa disegniamo uno schema per verificare la correttezza del modello di termoresistore che andremo ad utilizzare. Il simulatore Pspice da noi utilizzato in versione demo non ha nella sua libreria di componenti questo RTD, lo dobbiamo creare.

Per fare questo utilizziamo un normale resistore, di cui però non indichiamo un valore fisso e predeterminato, ma dobbiamo fare in modo di far capire al programma che si tratta di un valore variabile e dipendente da alcuni parametri.

Si ottiene ciò utilizzando un nuovo tipo di "componente", inseriamo quindi nello schema il componente **PARAM** che in realtà è una tabellina che può contenere fino a quattro parametri

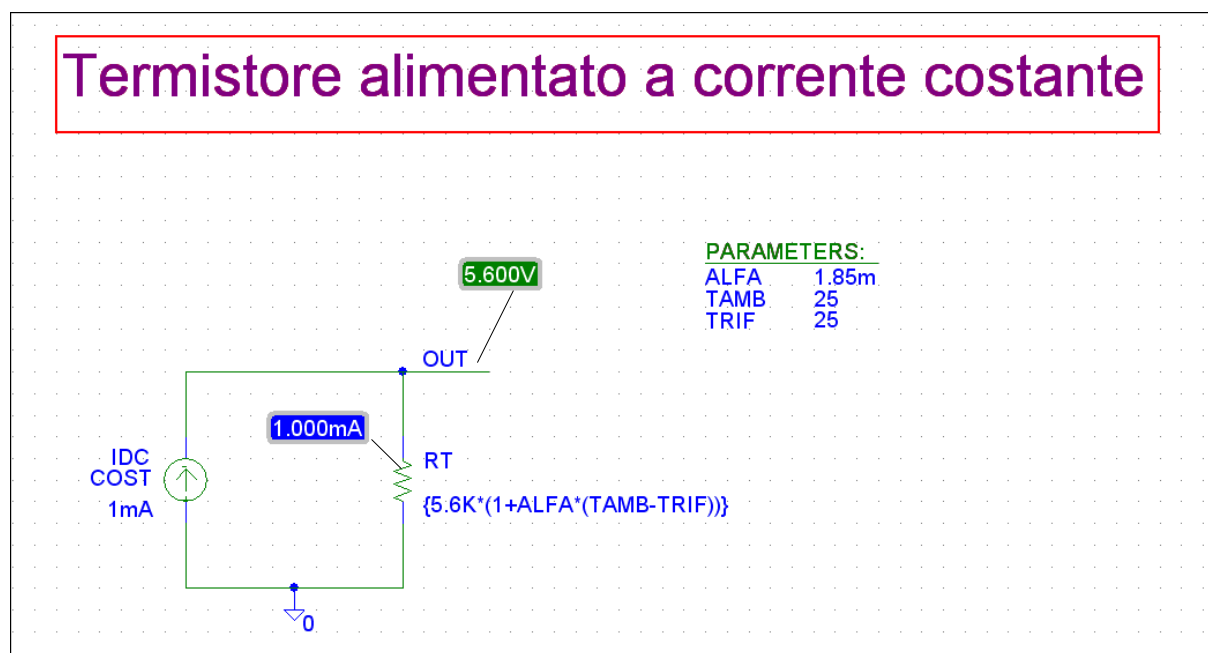
(parameters), riconosciuti tramite un nome (NAME1, NAME2, NAME3) a cui è assegnato un valore (VALUE1, VALUE2, VALUE3).

PARAMETER			
NAME1	<b>ALFA</b>	VALUE1	<b>1.85m</b>
NAME2	<b>TAMB</b>	VALUE2	<b>25</b>
NAME3	<b>TRIF</b>	VALUE3	<b>25</b>

Assegniamo dei nomi ai tre parametri utilizzando solo le lettere alfabetiche (eventualmente anche un numero), non potendo utilizzare caratteri “strani” e soprattutto non utilizzando lo “spazio”, impostiamo i valori forniti dal costruttore e poniamo la temperatura ambiente a 25°C per comodità di verifica successiva. Alimentiamo il circuito con una sorgente di corrente costante, in modo da avere in uscita una risposta in tensione.

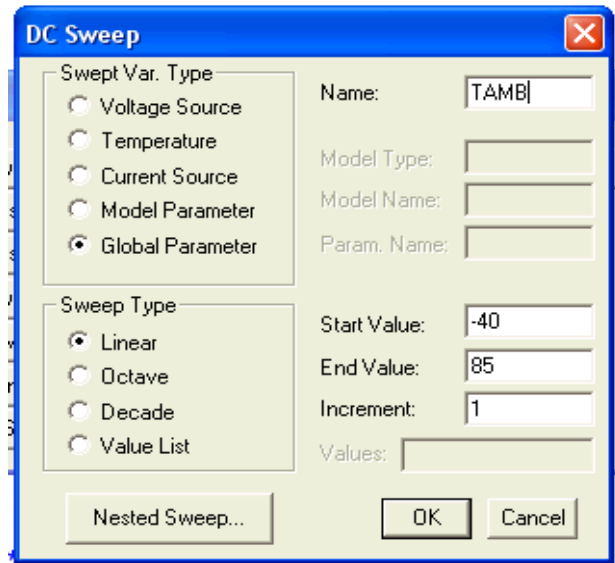
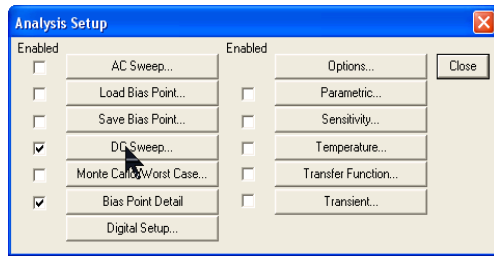
$$\Delta V = \Delta R \cdot I \quad \text{essendo quindi} \quad R \propto T \quad (\text{che si legge } R \text{ proporzionale a } T) \quad \text{si ha quindi che} \quad V \propto T$$

Ecco quindi lo schema completo, lanciando l'analisi del circuito e visualizzando le tensioni e le correnti nello stesso si ha questo risultato:



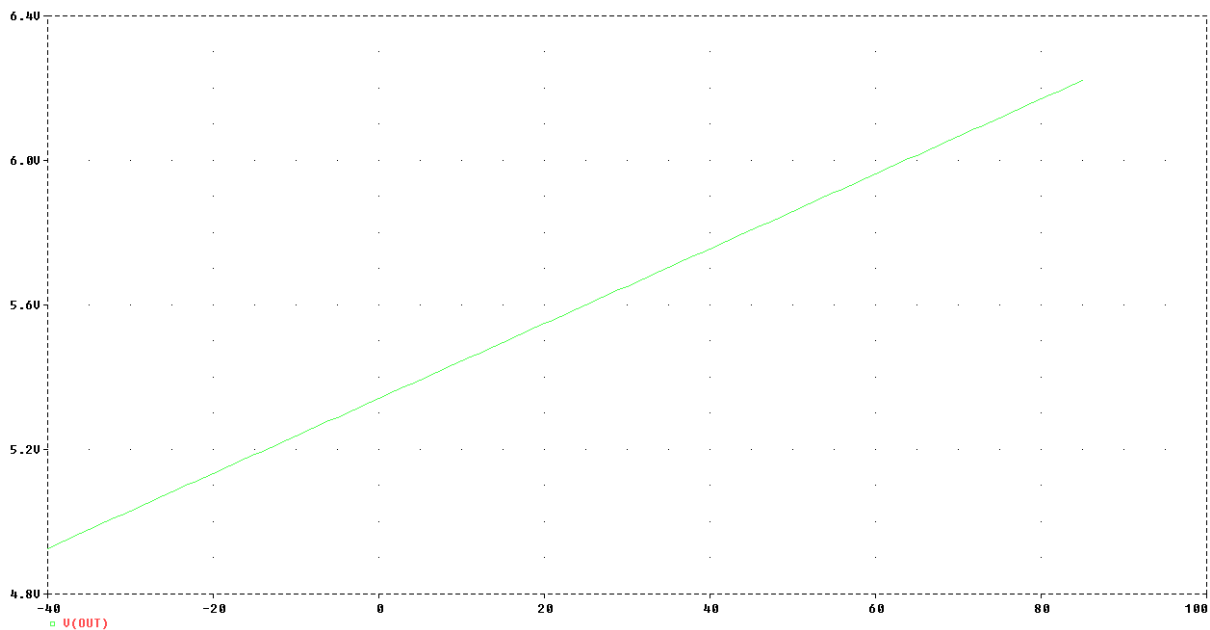
Come si può vedere alla temperatura di 25°C il termistore ha una resistenza di 5600 ohm e provoca quindi una caduta di 5,6 volt, questo significa che il modello da noi creato è corretto. Modificando il valore di **TAMB** nella tabellina e rilanciando il calcolo verrà visualizzata, di volta in volta, la tensione in uscita a quella particolare temperatura. Un metodo simile però è molto dispendioso in termini di tempo, vediamo di automatizzare questa sequenza di calcolo e, soprattutto, di riportare i dati in un **grafico temperatura/tensione**.

Per fare questo occorre attivare un particolare tipo di analisi indicato dal termine **DC SWEEP** (che indica la variazione del valore di un parametro, di un generatore, ecc. secondo una determinata legge).



Indichiamo nella finestra dei parametri che si tratta di un parametro globale (cioè riferito all'intero schema), indichiamo il nome del parametro (name=TAMB), il tipo di variazione che nel nostro caso è lineare ed indichiamo anche i valori di partenza (start value= -40°C), di termine (end value=+85°C) e il passo di incremento (1°C alla volta) e confermiamo.

Ricordiamoci che non deve essere inserita l'unità di misura in Pspice. Inseriamo quindi una sonda (probe) nello schema elettrico per visualizzare l'andamento del valore della tensione di uscita al variare della temperatura ambiente. In figura si può vedere il risultato:

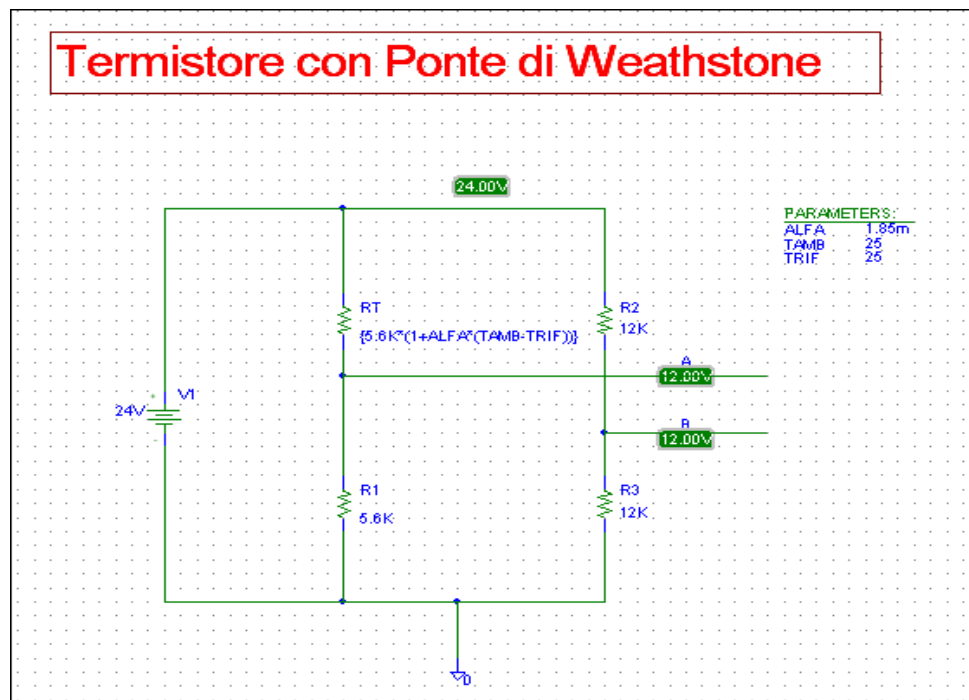


Come si può osservare la risposta del sensore è lineare. Realizzare circuitalmente un generatore di corrente costante è però abbastanza complicato, occorrerebbe riuscire ad alimentare il sensore con un generatore di tensione, eventualmente anche non costante, ed ottenere nonostante tutto uno strumento di misura della temperatura con basso errore nella risposta.

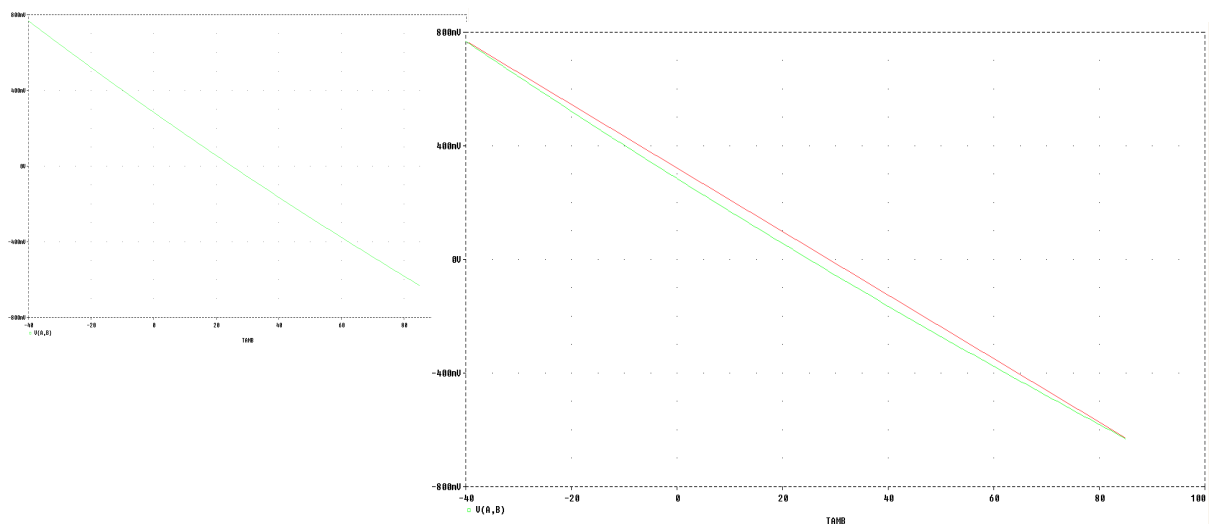
Inseriamo adesso il sensore in un **ponte** di misura del tipo **Wheatstone** e calcoliamo il bilanciamento del ponte di misura alla temperatura di 25°C. Dalla teoria sappiamo che per bilanciare il ponte occorre che le resistenze di un ramo siano tra loro identiche e così anche le resistenze dell'altro ramo.

Nel nostro caso  $R_T = R_1$  ed  $R_2 = R_3$ , anche se a voler essere rigorosi occorrerebbe anche che la corrente nei due rami fosse identica per cui tutte e quattro le resistenze dovrebbero essere uguali, ciò non sempre risulta possibile per cui nella nostra ipotesi ci atteniamo alla prima affermazione.

Lo schema utilizzato risulta pertanto il seguente, nel quale è visualizzata anche la tensione nei punti A e B da cui si nota che il ponte è in equilibrio.



In maniera analoga al caso precedente impostiamo una analisi di tipo DC SWEEP per avere un grafico con l'andamento **tensione uscita / temperatura**. Volendo misurare la tensione tra i punti **A** e **B** dello schema occorre utilizzare un particolare tipo di sonda (*differential voltage marker*) che misura la **d.d.p.** tra due punti, il primo che viene cliccato avrà la polarità positiva della sonda, il secondo quella negativa e così via per i punti successivi. In pratica è come utilizzare un tester con le due sonde colorate di rosso e di nero per misurare una tensione continua. Vediamo quindi il grafico risultante:



A prima vista la risposta sembrerebbe lineare, però se disegniamo con il comando da menù *Tools/Label/Line*, una retta rossa nel nostro caso, accanto a questa linea verde vediamo subito che in realtà **la risposta del circuito non è lineare**.

Vedremo successivamente come linearizzare la risposta in tensione del circuito a ponte di Wheatstone.