

SENSORI INTEGRATI

Il sensore integrato AD590

Il sensore di temperatura AD590, prodotto dall'Analog Devices in forma integrata, è realizzato con materiale semiconduttore e fornisce un'intensità di corrente proporzionale alla temperatura, espressa in gradi Kelvin. Alla base del funzionamento di tale dispositivo è il fatto che la tensione prelevata ai capi di una giunzione polarizzata direttamente varia di circa $-2,3 \text{ mV/K}$ in un ampio range di temperatura.

L'integrato AD590 (fig.1) è a due terminali e per tensioni d'alimentazione comprese nel range $4\text{V}+30\text{V}$ ha una sensibilità $S = 1 \mu\text{A/K}$. Ad esempio, l'intensità di corrente I_S per una temperatura T [$^{\circ}\text{C}$] risulta:

$$I_S = 1 \mu\text{A}/^{\circ}\text{C} \cdot T + 273 \mu\text{A}$$

Altre caratteristiche:

Ampio range di temperatura: -55°C to $+150^{\circ}\text{C}$;

Dispositivo a due terminali: voltage in/current out;

Regolazione tramite laser dei resistori a film sottile usata per calibrare il dispositivo a $298.2 \mu\text{A}$ di corrente di output quando la temperatura è 298.2 K (25°C);

Errore di nono linearità: $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ su tutto il range (AD590M);

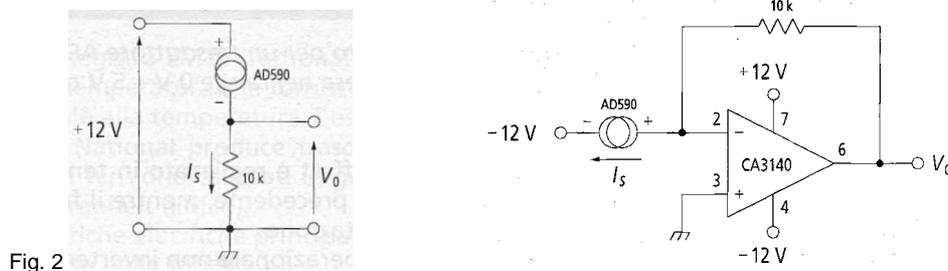
Sensore isolato dal case;

Basso costo.



Fig. 1 Containitore, simbolo dell'integrato AD590.

Nelle applicazioni pratiche occorre convertire l'intensità di corrente I_S generata dall'AD590 in tensione per adattare il segnale alle specifiche dei convertitori A/D. Per effettuare la conversione corrente/tensione, si possono utilizzare i circuiti di figura 19.



ESEMPIO

Si progetti un circuito di condizionamento per un trasduttore di temperatura in grado di fornire una tensione d'uscita V compresa nel range $0V \div 10V$ quando la temperatura T varia nell'intervallo $0^\circ\text{C} \div 80^\circ\text{C}$.

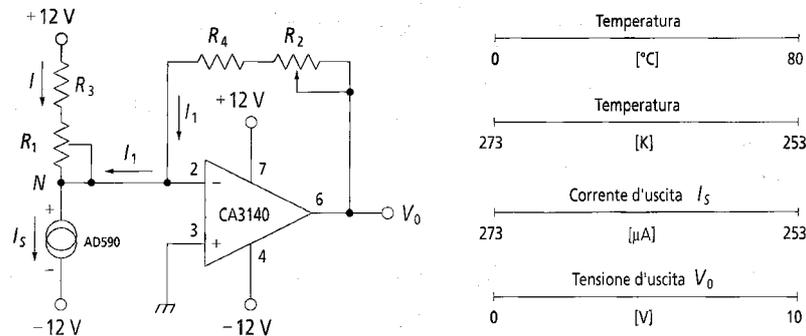


Fig. 3 Circuito di condizionamento del trasduttore AD590.

Dallo schema di fig.3 si rileva che l'offset è stato realizzato in corrente $I_1 = 0A$, $V_0 = 0V$ per $T = 0^\circ\text{C}$ con le resistenze R_3 e R_1 (regolazione fine), mentre il fattore di scala e la conversione corrente/tensione sono realizzati con un amplificatore operazionale. Per non caricare il trasduttore si utilizza l'A.O. CA3140 che ha un'elevata impedenza di ingresso (stadio d'ingresso a MOS/FET).

Poiché la corrente I_s prodotta dal trasduttore è proporzionale alla temperatura T , espressa in gradi Kelvin, è necessario eseguire la conversione Celsius \Rightarrow Kelvin.

$$\begin{aligned} T(0^\circ\text{C}) &\Rightarrow T(273\text{K}) & I_s(273\text{K}) &= 273\ \mu\text{A} \\ T(80^\circ\text{C}) &\Rightarrow T(353\text{K}) & I_s(353\text{K}) &= 353\ \mu\text{A} \end{aligned}$$

Affinché sia $V_0 = 0V$ quando $T = 0^\circ\text{C}$, deve essere $I = I_s = 273\ \mu\text{A}$. Applicando il principio di Kirchhoff al nodo N (fig. 13), si ha:

$$I_1(0^\circ\text{C}) = I_s(0^\circ\text{C}) - I = 273 \cdot 10^{-6} - 273 \cdot 10^{-6} = 0\ \text{A}$$

Poiché a 0°C $V_0 = 0V$ ed $I_1 = 0\ \text{A}$, per $V_{CC} = 12V$ si ha:

$$R_3 + R_1 = \frac{V_{CC}}{I_1(0^\circ\text{C})} = \frac{12}{273 \cdot 10^{-6}} = 43,956\ \text{k}\Omega \quad (R_3 = 39\ \text{k}\Omega, R_1 = 10\ \text{k}\Omega)$$

Per $T = 80^\circ\text{C}$ l'intensità di corrente è $I_s = 353\ \mu\text{A}$, si ha:

$$I_1(80^\circ\text{C}) = I_s - I = 353 \cdot 10^{-6} - 273 \cdot 10^{-6} = 80\ \mu\text{A}$$

Nell'ipotesi che l'operazionale sia ideale e la $I_1(80^\circ\text{C})$ attraversi le resistenze $R_2 + R_4$, la tensione d'uscita è:

$$V_0(80^\circ\text{C}) = (R_4 + R_2) \cdot I_1(80^\circ\text{C})$$

$$R_4 + R_2 = \frac{V_0(80^\circ\text{C})}{I_1(80^\circ\text{C})} = \frac{10}{80 \cdot 10^{-6}} = 125\ \text{k}\Omega \quad (R_4 = 82\ \text{k}\Omega, R_2 = 47\ \text{k}\Omega)$$

LM35

Il circuito integrato LM35 (National Instruments) è un trasduttore di temperatura che fornisce una tensione d'uscita proporzionale alla temperatura T espressa in gradi Celsius. In realtà la National

produce trasduttori di temperatura con uscita in tensione calibrati in gradi Kelvin (LM335) ed in gradi Fahrenheit (LM34).

Le caratteristiche elettriche principali del trasduttore LM35 sono riportate nella tab.6.

Caratteristiche	Valori	U. misura
Linearità tipica	±0,30	°C
Intensità di corrente di uscita	10	mA
Tensione di alimentazione Vcc	4 ÷ 30	V
Sensibilità	10	mV/°C
Bassa impedenza d'uscita (1 mA)	0,1	Ω
Range di temperatura	- 55 ÷ 150	°C
Calibrazione diretta		

TAB. 6 - Caratteristiche del trasduttore LM35.

Per le sue caratteristiche il dispositivo può essere utilizzato direttamente senza componenti aggiuntivi quando il range di funzionamento non prevede temperature minori di 0 °C (fig. 23).

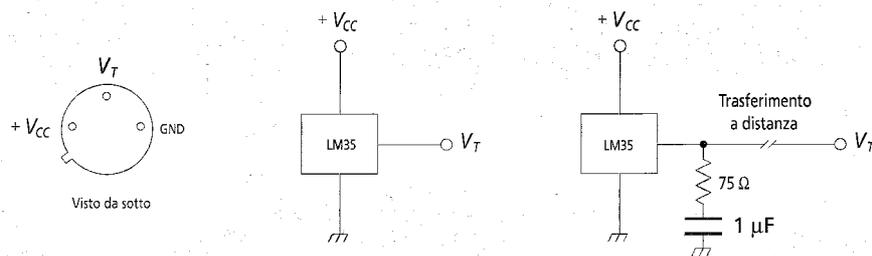


Fig. 23 Schema trasduttore per temperature maggiori di 0 °C.

Esempio

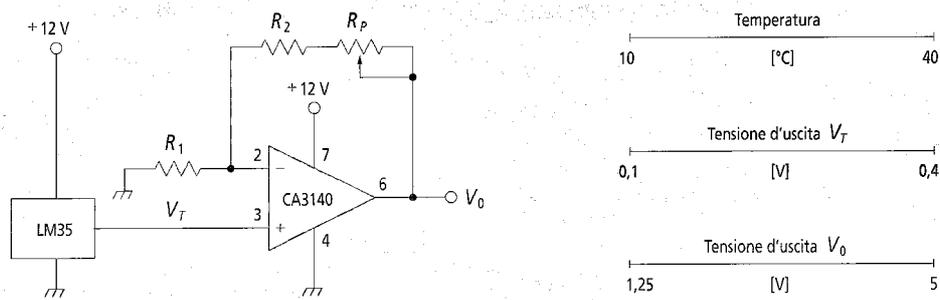
Si dimensiona un circuito di condizionamento che consenta di ottenere una tensione compresa nel range 1,25 V ÷ 5 V quando la temperatura varia nell'intervallo 10 °C ÷ 40 °C (fig. 24).

Poiché il segnale d'uscita dal trasduttore V_T va da 0,1 V a 0,4 V, per ottenere i valori di tensione richiesti è sufficiente che l'amplificazione G dell'amplificatore non invertente sia di 12,5:

$$V_0 = \left(1 + \frac{R_2 + R_p}{R_1}\right) \cdot V_S; \quad \left(1 + \frac{R_2 + R_p}{R_1}\right) = 12,5; \quad \frac{R_2 + R_p}{R_1} = 11,5$$

Posto $R_1 = 5,6 \text{ k}\Omega$, si ha:

$$R_2 + R_p = 64,6 \text{ k}\Omega \quad (R_2 = 56 \text{ k}\Omega, R_p = 10 \text{ k}\Omega)$$



LM135

Il componente LM135 della National Semiconductor è un sensore di temperatura integrato con uscita in tensione; il suo funzionamento è simile a quello di un diodo zener e fornisce un'uscita proporzionale alla temperatura assoluta attraverso un coefficiente che vale 10 mV/K. A una temperatura di 0 °C l'uscita ha valore:

$$V_{\text{out}} = 273,15 \cdot 10 \text{ mV} = 2,731 \text{ V}$$

Il range di funzionamento è compreso tra - 55 °C e +150 °C e necessita di una corrente di eccitazione che può variare tra 0,4 mA e 5 mA.

La costante di tempo del dispositivo posto in aria ferma (convezione naturale) è di circa 1 minuto e si riduce a 1 secondo nel caso di immersione in un bagno d'olio; se il raffreddamento è con ventilazione (convezione forzata), a seconda della velocità dell'aria e del tipo di contenitore la costante di tempo assume valori compresi tra 5 e 10 secondi.