

## IL TRASDUTTORE DI TEMPERATURA AD590

Il trasduttore di temperatura AD590 è realizzato in materiale semiconduttore e produce all'uscita una corrente proporzionale alla temperatura (espressa in Kelvin). Esso è un dispositivo a due terminali e per tensioni di alimentazione nel range 4 ÷ 30 V genera una corrente di 1 µA/K, con una non linearità di ±0.8 °C.

$$I = 1 \cdot T [\mu A]$$

### circuito di utilizzazione

Nelle applicazioni pratiche si pone il problema di convertire il segnale d'uscita dell'AD590 in tensione. Molto spesso è necessario adattare il segnale alle specifiche dei convertitori A/D.

### ESEMPIO:

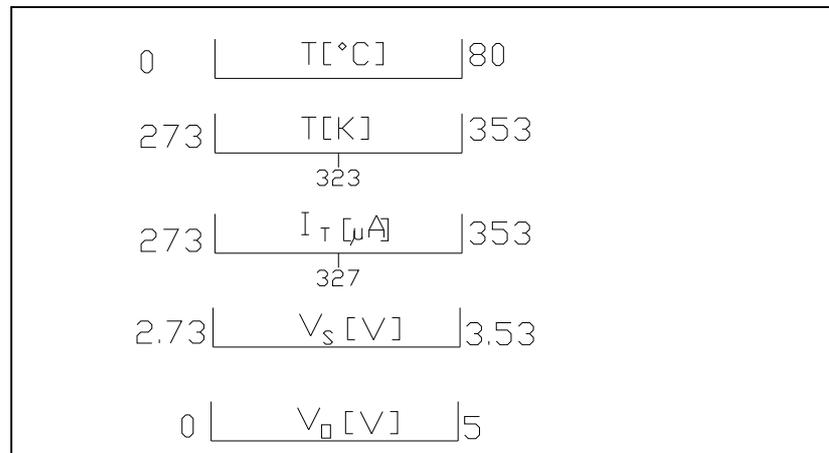
*Dato un range di temperatura da 0÷80[°C], si vuole condizionare il segnale prodotto dal trasduttore di temperatura AD590, in modo tale che a 0[°C] corrispondano 0[V] e a 80[°C] corrispondano 5 [V].*

La legge di variazione dell'AD590 è:

$$I = 1 \cdot T [\mu A]$$

dove:

T è la temperatura generica espressa in [K]



Pertanto si deve trasformare la temperatura da °C → K

### trasformazione della temperatura da °C → K

$$T=0^{\circ}C \rightarrow 0+273=273 \text{ K}$$

$$T=80^{\circ}C \rightarrow 80+273=353 \text{ K}$$

**calcolo della corrente fornita dal trasduttore AD590 al variare della temperatura**

La formula da applicare è:  $I = 1 \cdot T [\mu A]$ , pertanto:

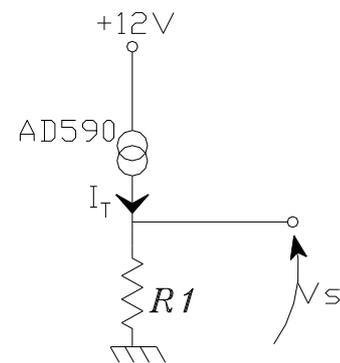
$$\text{a } 0^{\circ}\text{C} \rightarrow I_T = 1 \times 273 = 273 [\mu A]$$

$$\text{a } [80^{\circ}\text{C}] \rightarrow I_T = 1 \times 353 = 353 [\mu A]$$

**conversione corrente - tensione**

Nota la corrente fornita dal trasduttore al variare della temperatura, per convertirla in una tensione, faccio percorrere questa corrente in una resistenza di un valore qualsiasi:

scelgo **R1 = 10 kΩ**

**calcolo di V<sub>S</sub>**

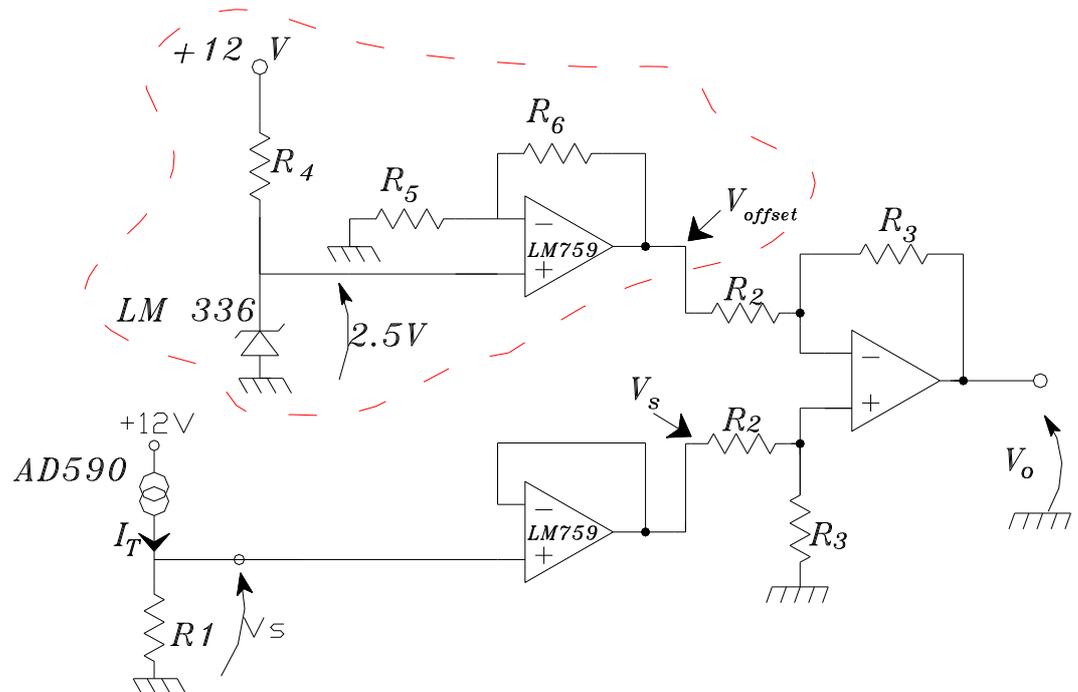
V<sub>S</sub> si calcola applicando la legge di Ohm:  $V = R \cdot I$

$$\text{a } 0^{\circ}\text{C} \rightarrow V_S = R_1 \cdot I_T = 10000 \cdot 273 \cdot 10^{-6} = 2.73[V]$$

$$\text{a } [80^{\circ}\text{C}] \rightarrow V_S = R_1 \cdot I_T = 10000 \cdot 353 \cdot 10^{-6} = 3.53[V]$$

## CIRCUITO PER IL RECUPERO DELL'OFFSET

Mi serve un circuito che mi annulli quella componente di tensione (2.73 V) fornita dal circuito fin ora realizzato, quando la temperatura è di 0[°C]; pertanto aggiungiamo la parte restante al nostro circuito.



Il circuito per il recupero dell'offset (quello tratteggiato), ha quindi il compito di amplificare i 2.5 V dello zener posti al suo ingresso, fino al raggiungimento del valore in uscita di  $V_{offset}=2.73[V]$ , e per fare ciò si dimensionano opportunamente le resistenze della rete di reazione dell'**amplificatore non invertente** (R5 – R6).

### Dimensionamento delle resistenze R5 – R6

Per un amplificatore non invertente realizzato con operazionale, vale la seguente relazione:

$$V_U = A \cdot V_i$$

dove:

- **V<sub>u</sub>** è la tensione d'uscita dell'amplificatore che in questo caso coincide con  $V_{offset}$
- **A** è il fattore di amplificazione dell'amplificatore e vale  $A = \left(1 + \frac{R6}{R5}\right)$
- **V<sub>i</sub>** è la tensione d'ingresso allo stadio amplificatore che in questo caso coincide con la tensione dello zener e vale 2.5 V;

Sostituendo quindi i valori e applicando la formula precedente, ottengo:

$$2.76 = \left(1 + \frac{R6}{R5}\right) \cdot 2.5$$

da cui ricavo R6:

$$R5 \cdot \frac{2.76}{2.5} = R5 + R6$$

$$R5 \cdot \frac{2.76}{2.5} - R5 = R6$$

$$R5 \cdot \left(\frac{2.76}{2.5} - 1\right) = R6$$

impongo **R5=10 kΩ**, e di conseguenza trovo R6:

$$R6 = 10000 \cdot \left(\frac{2.76}{2.5} - 1\right) = 1040[\Omega]$$

### **dimensionamento delle resistenze R2 – R3**

Le resistenze R2 ed R3 fanno parte del circuito del fattore di scala, realizzato in questo caso con un amplificatore differenziale, il cui compito è quello di amplificare la differenza di potenziale che si presenta ai suoi ingressi ( $V_s - V_{offset}$ ) fino al valore di 5[V] quando la temperatura vale 80[°C].

Si ricorda che per un **amplificatore differenziale** vale la seguente relazione:

$$V_U = A \cdot V_d$$

dove:

- **V<sub>u</sub>** è la tensione d'uscita dell'amplificatore che in questo caso coincide con V<sub>o</sub>;
- **A** è il fattore di amplificazione dell'amplificatore e vale  $A = \left(\frac{R3}{R2}\right)$
- **V<sub>d</sub>** è la tensione d'ingresso allo stadio amplificatore che in questo caso coincide con la tensione ( $V_s - V_{offset}$ )

Sostituendo quindi i valori e applicando la formula precedente, ottengo:

$$V_o = \left(\frac{R3}{R2}\right) \cdot (V_s - V_{offset})$$

mi pongo nella condizione T=80[°C], quindi V<sub>s</sub>=3.53[V], e si sottolinea che la V<sub>offset</sub>=2.73[V] è una quantità che non varia al variare della temperatura.

Sostituendo i valori, ottengo:

$$5 = \left(\frac{R3}{R2}\right) \cdot (3.53 - 2.73)$$

da cui ricavo R2:

$$R_2 = R_3 \cdot \frac{(3.53 - 2.73)}{5}$$

impongo  $R_3 = 10[\text{k}\Omega]$ , e ricavo  $R_2$ :

$$R_2 = 10000 \cdot \frac{(3.53 - 2.73)}{5} = 1600[\Omega]$$

### dimensionamento delle resistenze R4

La  $R_4$  ha lo scopo di non collegare a massa l'alimentazione quando lo zener va in conduzione. Uno dei criteri da seguire per il suo dimensionamento è di limitare la corrente che attraversa lo zener.

Supponiamo che dai data sheet si rileva che la massima corrente sopportabile dallo zener è di 3 [mA].

Ricaviamo l'espressione della corrente  $I_z$  che attraversa lo zener:

$$12 - R_4 \cdot I_z - V_z = 0$$

da cui:

$$I_z = \frac{12 - V_z}{R_4}$$

impongo la condizione  $I_z < 3$  [mA] e ricavo la  $R_4$

$$\frac{12 - V_z}{R_4} \leq 3 \cdot 10^{-3}$$

$$R_4 \geq \frac{12 - 2.5}{3 \cdot 10^{-3}}$$

$$R_4 \geq 3166[\Omega]$$

scelgo  $R_4 = 3300 [\Omega]$

---

fine