



LM35 LM335 LM34 TMP 35 TMP36

USO DEI SENSORI DI TEMPERATURA ANALOGICI

FONTI

- <https://www.ne555.it/il-sensore-di-temperatura-lm35/>
- <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>

CARATTERISTICHE

L'LM35 è un sensore di temperatura prodotto dalla National Instruments con uscita in tensione, ovvero restituisce una tensione proporzionale alla temperatura misurata in gradi Celsius

Caratteristiche principali:

- alimentazione da un minimo di 4V ad un massimo di 30V
- corrente assorbita $60\mu\text{A}$ (più la corrente di uscita)
- corrente di uscita massima 10mA
- tensione di uscita $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ (caratteristica lineare)
- la tensione di uscita è proporzionale alla temperatura in gradi centigradi
 - ad una temperatura di 20°C corrisponde un'uscita di 200mV, ovvero 0.2V



SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE

	LM35 LM35A	LM35C LM35CZ	LM35DZ
Temperatura misurata	°C	°C	°C
Caratteristica di uscita	10mV/°C	10mV/°C	10mV/°C
Accuratezza	Tipica $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ Max $\pm 1^{\circ}\text{C}$	Tipica $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ Max $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$	Tipica $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ Max $\pm 2^{\circ}\text{C}$
Nonlinearità	$\pm 0.18^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.18^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.18^{\circ}\text{C}$
Temperatura di funzionamento	-55°C + 150°C	-40°C + 110°C	0°C + 100°C
Alimentazione	4 – 30V	4 – 30V	4 – 30V

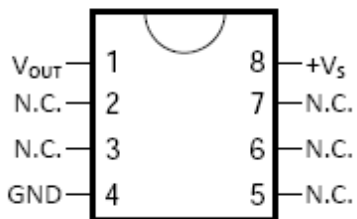
PACKAGE

**NDV Package
3-Pin TO-CAN
(Top View)**



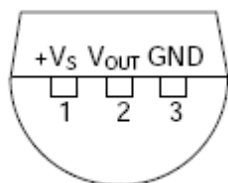
Case is connected to negative pin (GND)
Refer the second NDV0003H page for reference

**D Package
8-PIN SOIC
(Top View)**

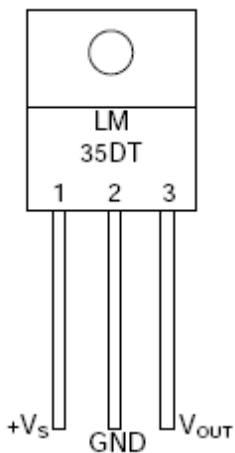


N.C. = No connection

**LP Package
3-Pin TO-92
(Bottom View)**



**NEB Package
3-Pin TO-220
(Top View)**



Tab is connected to the negative pin (GND).

NOTE: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP

Pin Functions

NAME	PIN				TYPE	DESCRIPTION
	TO46	TO92	TO220	SO8		
V _{OUT}	2	2	3	1	O	Temperature Sensor Analog Output
N.C.	—	—	—	2	—	No Connection
	—	—	—	3		
GND	3	3	2	4	GROUND	Device ground pin, connect to power supply negative terminal
N.C.	—	—	—	5	—	No Connection
	—	—	—	6		
	—	—	—	7		
+V _S	1	1	1	8	POWER	Positive power supply pin

LM335

Questo sensore prodotto dalla National Instruments è molto simile all'LM35 con la differenza che la tensione di uscita è proporzionale alla temperatura misurata in Kelvin

- In corrispondenza ad una temperatura esterna di 20°C equivalenti a 293.15K la tensione di uscita sarà di 2931.5mV ovvero 2.9315V

LM34

Questo sensore prodotto dalla National Instruments è molto simile all'LM35 con la differenza che la tensione di uscita è proporzionale alla temperatura misurata in gradi Fahrenheit

- la caratteristica di uscita ora è di $10\text{mV}/^{\circ}\text{F}$
- la formula di conversione da Fahrenheit a Celsius è:

$$T_{\circ C} = \frac{5}{9}(T_{\circ F} - 32)$$

- la formula di conversione da Celsius a Fahrenheit è:

$$T_{\circ F} = \frac{9}{5}T_{\circ C} + 32$$

- In corrispondenza ad una temperatura esterna di 20°C equivalenti 68°F la tensione di uscita sarà di 680mV ovvero 0.680V

TMP35

Il TMP35 è l'equivalente dell'LM35 prodotto dall'Analog Device. Ha però prestazioni leggermente diverse

Caratteristiche tipiche:

- tensione di alimentazione: 2.7 - 5.5V
- fattore di conversione: 10mV/°C
- temperatura misurabile tra 10°C e 125°C
- accuratezza di $\pm 2^\circ\text{C}$ su tutta la scala
- non linearità $\pm 0.5^\circ\text{C}$
- range di funzionamento: $-40^\circ\text{C} + 125^\circ\text{C}$

TMP36

Il TMP36 prodotto dall'Analog Device permette di misurare temperature nel range tra -40°C e 125°C .

Caratteristiche tipiche:

- tensione di alimentazione: 2.7 - 5.5V
- fattore di conversione: $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$
- temperatura misurabile tra -40°C e 125°C (in corrispondenza ad una temperatura di 25°C si ha un'uscita di 750mV)
- accuratezza di $\pm 2^{\circ}\text{C}$ su tutta la scala
- non linearità $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- range di funzionamento: $-40^{\circ}\text{C} + 125^{\circ}\text{C}$

MISURA CON ARDUINO

Il convertitore A/D interno ad Arduino ha 10 bit

- questo significa che in corrispondenza ad una tensione di ingresso pari a 0V restituisce il valore 0, in corrispondenza ad una tensione uguale a V_{ref} restituirebbe un valore pari a 1024

- in realtà qualsiasi convertitore A/D a 10 bit è in grado di restituire valori compresi tra 0 e 1023 (cioè 11 1111 1111b pari a 10 bit tutti uguali a 1)
- quindi il valore massimo lo si ottiene con una tensione di ingresso pari a $V_{ref}-q$ dove q è il quanto del convertitore A/D pari a $q = \frac{V_{ref}}{1024}$

- il legame tra valore binario m in uscita all'A/D e la tensione V_{in} di ingresso è

$$m: V_{in} = 1024: V_{ref}$$

- se si conosce il valore m in uscita all'A/D il valore di tensione all'ingresso è quindi

$$V_{in} = \frac{m \cdot V_{ref}}{1024}$$

RISOLUZIONE DELLA MISURA

- Nel caso il piedino Vref di Arduino non venga collegato, automaticamente $V_{ref} = 5V$
- La risoluzione della misura è quindi uguale a q :

$$q = \frac{5}{1024} = 4883.10^{-3}V = 4.883mV$$

- nel caso di una misura di temperatura con l'LM35 (che fornisce $10mV/^{\circ}C$) questo significa che il sistema ha una risoluzione $r = \frac{q}{10} = \frac{4.883}{10} = 0.48^{\circ}C$. Per aumentare la risoluzione sarebbe necessario inserire un valore V_{ref} più piccolo o amplificare la tensione di ingresso con un circuito di condizionamento

CALCOLO DELLA TEMPERATURA CON LM35

Ci si chiede ora quale sia il valore della temperatura se in uscita al convertitore A/D di Arduino viene letto in valore m

Sapendo che l'LM35 fornisce $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ e che la tensione in uscita è uguale a 0V in corrispondenza ad una temperatura T di 0°C è possibile scrivere per la tensione in ingresso all'A/D:

$$V_{in} = 0.01 \cdot T$$

che sostituita nella proporzione:

$$m: V_{in} = 1024:5$$

permette di scrivere:

$$T = \frac{500}{1024} m$$

CALCOLO DELLA TEMPERATURA CON TMP36

Sapendo che il TMP36 fornisce $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ e che la tensione in uscita è uguale a 750mV in corrispondenza ad una temperatura T di 25°C è possibile scrivere per la tensione in ingresso all'A/D:

$$V_{in} = 0.01 \cdot (T - 25) + 0.75$$

che sostituita nella proporzione:

$$m: V_{in} = 1024:5$$

permette di scrivere:

$$m: [0.01 \cdot (T - 25) + 0.75] = 1024:5$$

da cui si ricava:

$$T = \frac{500}{1024}m - 50$$