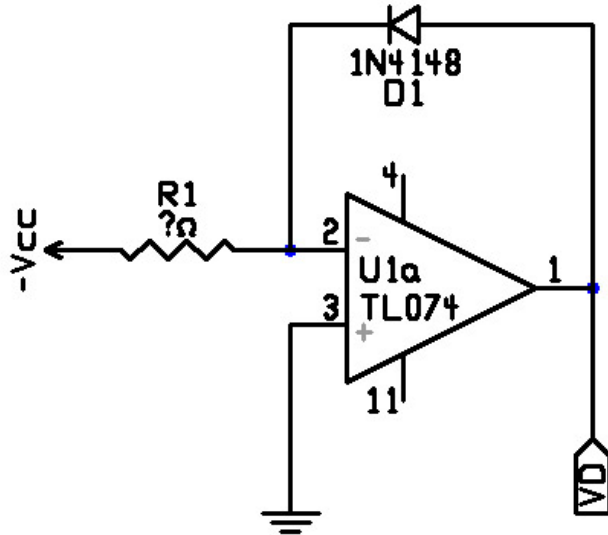


IL DIODO COME MISURATORE DI TEMPERATURA

Laurea Magistrale in Fisica - Laboratorio di Elettronica – Prof. Massimo Di Giulio

1) Determinazione della caratteristica V-T di un diodo (ad es. 1N4148 oppure 1N4001)

E' necessario fissare una corrente costante di alimentazione, mediante un circuito attivo generatore di corrente costante.



$$|I| = |V_{cc}|/R1$$

Ad esempio, per ottenere $I=1 \text{ mA}$ con $V_{cc}=15\text{V}$ (valore già disponibile per l'alimentazione degli amplificatori operazionali)

$$R1 = V_{cc} / I = 15 \text{ kohm}$$

Misura della V_D a varie temperature
(0°C – ghiaccio fondente; altre ottenute con termostato e misura con strumento tarato)

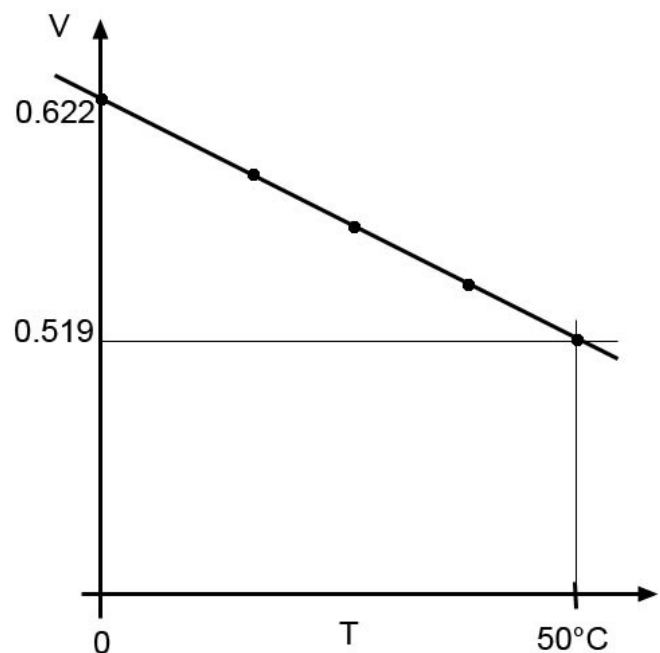
Ad esempio:

$$V(0^\circ\text{C}) = 0,622\text{V}$$

$$V(50^\circ\text{C}) = 0,519\text{V}$$

$$\Delta V = -0.103\text{V}$$

$$dV/dT = -0.00206 \text{ V}/^\circ\text{C}$$



Per facilità di lettura si vuole però ottenere una variazione di V_{out} **da 0 a 5 V** per variazione della temperatura da 0 a 50°C , vale a dire una $dV_{out}/dT = + 0.1 \text{ V}/^\circ\text{C}$, **senza offset**. Occorre quindi amplificare VD di un fattore

$$A = 5/(-0.103) = - 48.54$$

e **sottrarre** un offset di **0.622 V**

Si osservi che non è conveniente usare prima un amplificatore e poi un sottrattore, perché dopo l'amplificazione per A il segnale varierebbe da

$$0.622 * 48.54 = 30.19 \text{ V a}$$

$$0.519 * 48.54 = 25.19 \text{ V}$$

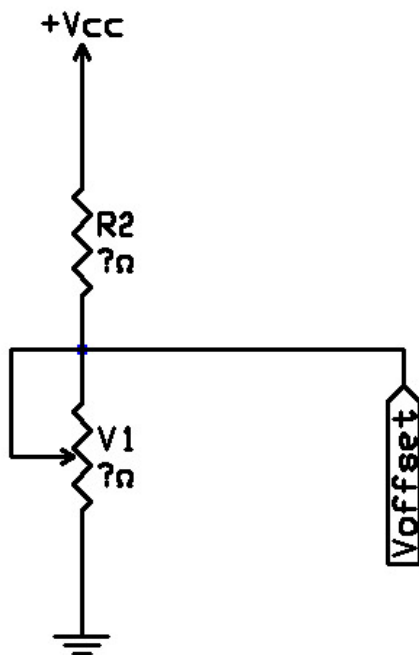
fuori dall'intervallo utile di funzionamento lineare di qualsiasi operazionale.

E' invece preferibile effettuare prima la sottrazione dell'offset, ottenendo una variazione del segnale tra 0 e -0.103 V , e poi un'amplificazione invertente di A, con escursione finale del segnale tra 0 e 5 V .

2) generazione di Voffset

E' sufficiente usare un opportuno partitore resistivo, con il ramo a massa costituito da un trimmer.

In laboratorio sono disponibili **trimmer da 10kohm**.



Per ottenere a metà corsa del trimmer una tensione di circa $0,5\text{V}$, con una V_{cc} di 15V (valore già disponibile per l'alimentazione degli operazionali), occorre richiedere una tensione a fine corsa pari a 1 V , e l'equazione da risolvere è:

$$V_{\text{offset}} = V_{cc} * V1 / (R2 + V1) \text{ da cui}$$

$$R2 = [(V_{cc} / V_{\text{offset}}) - 1] * V1$$

Con:

$$V_{\text{offset}} = 1\text{V}$$

$$V_{cc} = 15\text{V}$$

$$V1 = 10 \text{ kohm}$$

si ottiene

$$R2 = (15/1 - 1) * 10000 = 140000 \text{ ohm}$$

Valore commerciale più vicino: **150kohm**.

3) Amplificatore differenziale a guadagno variabile

Per disaccoppiare benissimo i circuiti 1) e 2) dall'amplificatore differenziale necessario per la sottrazione dell'offset ed al contempo ottenere una agevole operazione di taratura del guadagno è preferibile usare un amplificatore per strumentazione.

In esso, stabilita la condizione di compensazione

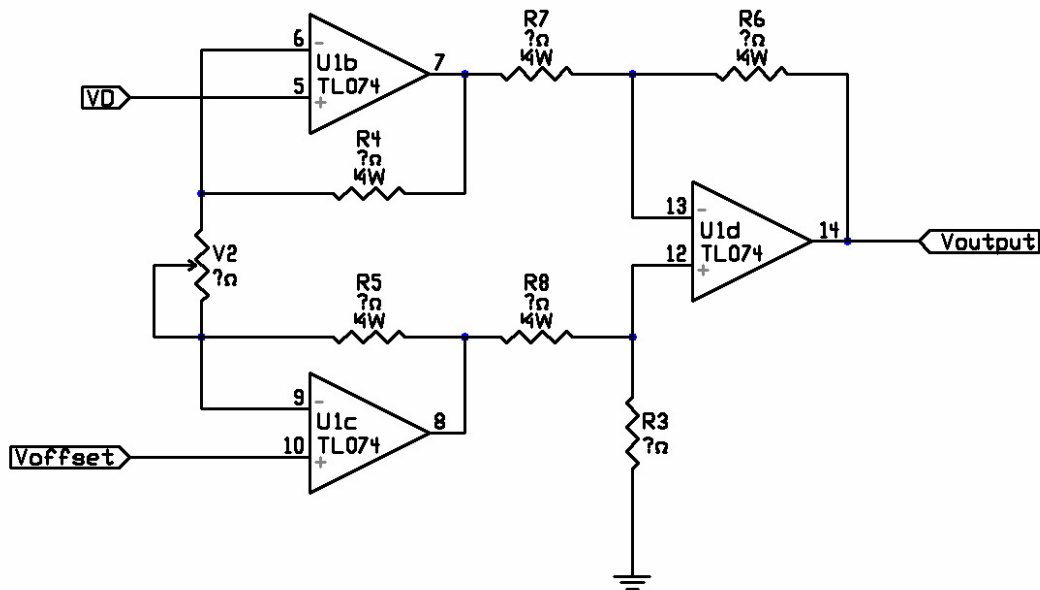
$$R6/R7 = R3/R8 \text{ (e in particolare scegliamo } R6 = R3 \text{ ed } R7 = R8),$$

il guadagno è stabilito da due fattori, di cui uno agevolmente regolabile:

(posto $R4=R5$)

$$V_{\text{output}} = - (2 R4 / V2 + 1) R6 / R7 (V_D - V_{\text{offset}})$$

L'amplificazione totale - **48.54** può essere ripartita tra il fattore $R6 / R7$ ed il fattore in parentesi.



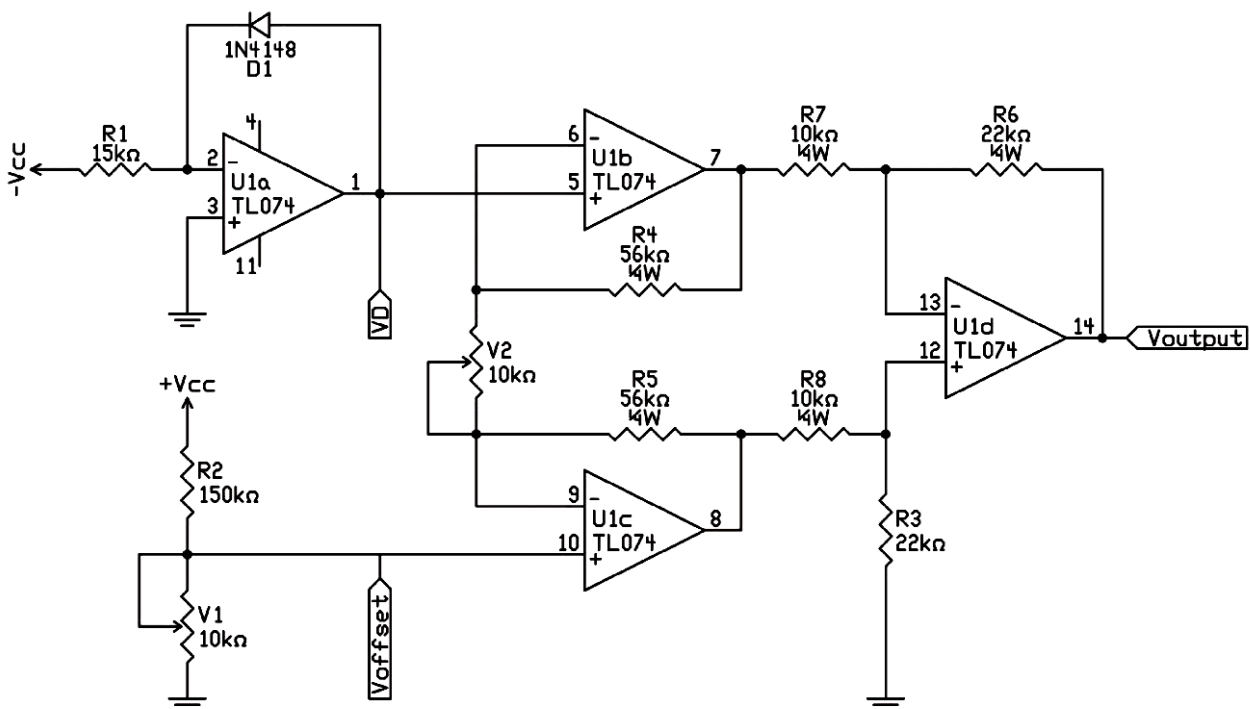
La taratura precisa si ottiene agendo su V2 (scelto in modo da ottenere il valore voluto di amplificazione intorno a circa metà corsa).

Ad esempio assumendo $R6 = R3 = 22 \text{ kohm}$, $R7 = R8 = 10 \text{ kohm}$ il fattore $R6/R7$ è pari a 2,2 e se $V2 = 10 \text{ kohm}$, a metà corsa vale 5 kohm. Allora

$$2 R4 / V2 = 48.54 (R7 / R6) - 1 = 21.06$$

$$R4 = 21.06 * 5 \text{ kohm} / 2 = 52.6 \text{ kohm}$$

Il valore standard vicino è $R4 = R5 = 56 \text{ kohm}$.



Con questi valori l'amplificazione varia da 51 a 27 inserendo tutto il trimmer.

Per ottenere una variazione leggermente più fine dell'amplificazione con V2 conviene aumentare R6 ad esempio fino a 180000 ohm e ridurre di conseguenza $R4 = R5$ fino a 4700 ohm (variazione tra 51 a 35).