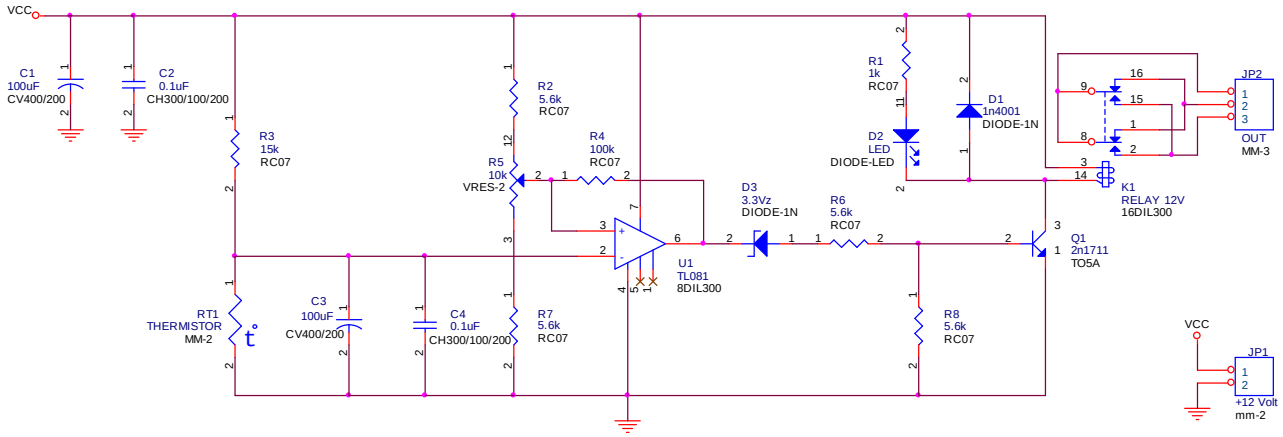
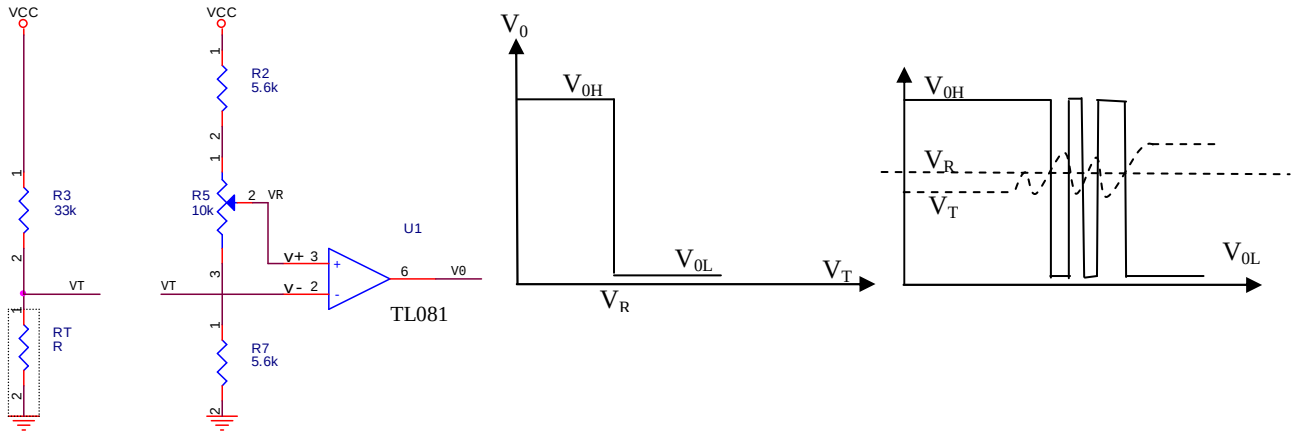
CONTROLLO on/off DI TEMPERATURA

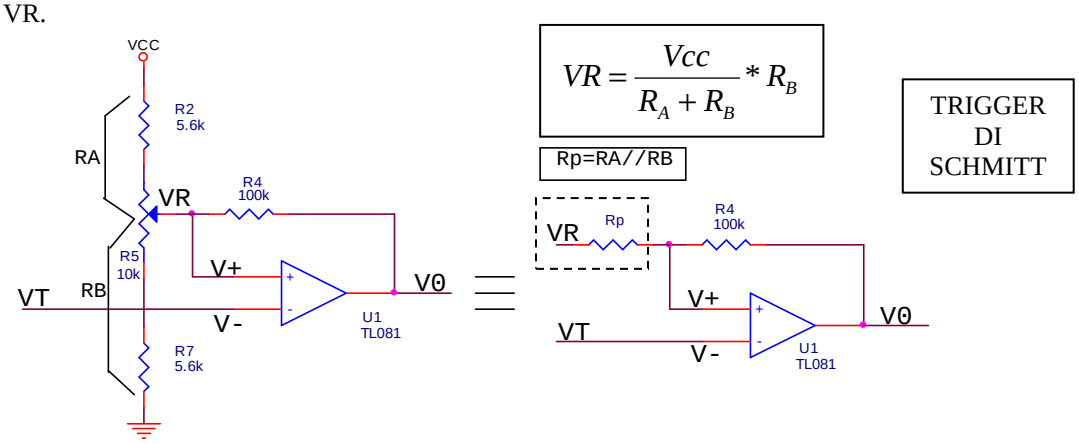
(a cura del prof. GARRO)



Questo progetto è in grado di attivare o disattivare un carico al variare della temperatura. La variazione della suddetta temperatura è rilevata da un sensore NTC (Negative Coefficient Temperature). Questo componente varia il suo valore RT in ohm al variare della temperatura. Il sensore , posto in serie con una resistenza R3, presenta una tensione ai suoi capi $VT = \frac{Vcc}{R3 + RT} * RT$. Avremo quindi una VT variabile al variare della temperatura. Un amplificatore operazionale configurato come comparatore ad anello aperto, confronta ai suoi ingressi (V+ e V-), la tensione VT con una tensione di riferimento VR (preimpostata) e assume in uscita due stati possibili V0H (prossimo alla VCC) o V0L (prossimo alla tensione d'alimentazione negativa). In particolare per <u>VT < VR</u> si ha <u>V0 = V0H</u> ; per <u>VT > VR</u> si ha <u>V0 = V0L</u>



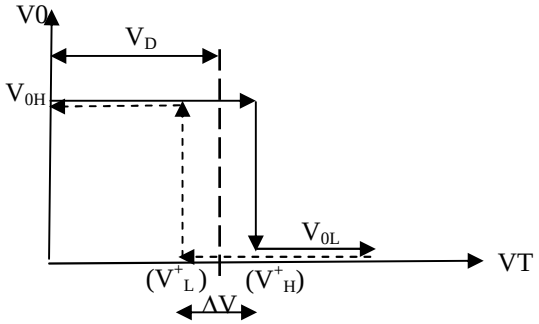
Questo circuito, per valori di VT prossimi alla VR, può generare in uscita V0 delle false commutazioni, dovute a tensioni di disturbo casuali che si possono sovrapporre alla VT oppure può generare per piccole variazioni della temperatura intorno al suo valore di riferimento, dei cicli ripetuti di attivazione e disattivazione del carico che possono "stressare" il sistema. Si può ovviare a questo problema inserendo una R4 = 100k tra la V0 e la V+ (reazione positiva) nell'amplificatore operazionale (TL 081), ottenendo così un comparatore ad anello chiuso (trigger di Schmitt). Per l'analisi circuitale si può fare riferimento allo schema equivalente realizzato applicando il teorema di Thevenin al nodo VR.



$$VR = \frac{Vcc}{R_A + R_B} * R_B$$

TRIGGER DI SCHMITT

La V+ può assumere due valori diversi a secondo del valore della V0 (V_{0H} o V_{0L}). Chiamiamo V^+_H il valore assunto dalla V+ per V_{0H}; chiamiamo V^+_L il valore asunto dalla V+ per V_{0L}
In questo caso la commutazione della V0 , dovuta alla comparazione della VT con la V^+ , avendo due distinti valori di V^+ (V^+_H e V^+_L) avverrà per due diversi valori della VT . Se il segnale in uscita si trova al suo livello inferiore $V_0=V_{0L}$ (prossimo a 0 volt), il comparatore commuta quando la VT < V^+_L; se invece si trova al suo livello superiore $V_0 = V_{0H}$ (prossimo a VCC), il comparatore commuta quando la VT > V^+_H



V^+_H = soglia di commutazione superiore (tensione di soglia superiore)
V^+_L = soglia di commutazione inferiore (tensione di soglia inferiore)

Per VT < V^+ si ha $V_0=V_{0H}$.

Chiamiamo $V^+ = V^+_H$.

Per il principio della sovrapposizione degli effetti, si avrà:

$$V^+_H = \frac{VR}{Rp+R4} * R4 + \frac{V_{0H}}{Rp+R4} * Rp$$

Quindi perché avvenga la commutazione da V_{0H} a V_{0L} è necessario che la VT raggiunga e superi il valore della V^+_H .

Per VT > V^+ si ha $V_0=V_{0L}$.

Chiamiamo $V^+ = V^+_L$.

Per il principio della sovrapposizione degli effetti, si avrà:

$$V^+_L = \frac{VR}{Rp+R4} * R4 + \frac{V_{0L}}{Rp+R4} * Rp$$

Quindi perché avvenga la commutazione da V_{0L} a V_{0H} è necessario che la VT raggiunga e diminuisca oltre il valore della V^+_L .

I parametri caratteristici di questo comparatore sono:
L'<u>Isteresi</u> definita come differenza tra le due tensioni di soglia V^+_H - V^+_L

$$\Delta V = V^+_H - V^+_L = \left[\frac{VR}{Rp+R4} * R4 + \frac{V_{0H}}{Rp+R4} * Rp\right] - \left[\frac{VR}{Rp+R4} * R4 + \frac{V_{0L}}{Rp+R4} * Rp\right]$$

$$\Delta V = \frac{Rp}{Rp+R4} * (V_{0H} - V_{0L}) \longrightarrow \Delta V = (V_{0H} - V_{0L}) * \frac{1}{1+\frac{R4}{Rp}}$$

La distanza del centro della maglia dall'origine degli assi:

$$V_D = \frac{V^+{}_H + V^+{}_L}{2} = \frac{1}{2} * \left[\left(\frac{VR}{Rp+R4} * R4 + \frac{V_{0H}}{Rp+R4} * Rp \right) + \left(\frac{VR}{Rp+R4} * R4 + \frac{V_{0L}}{Rp+R4} * Rp \right) \right];$$

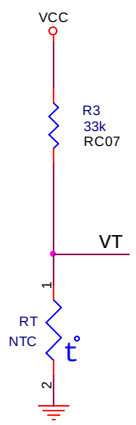
$$V_D = \left[2VR * \frac{R4}{Rp+R4} + (V_{OH} + V_{0L}) * \frac{Rp}{Rp+R4} \right] * \frac{1}{2} \;;$$

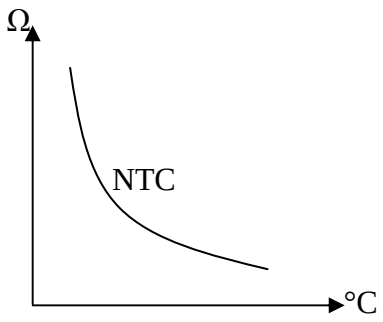
$$\boxed{V_D = VR * \frac{R4}{Rp+R4} + \frac{V_{0H} + V_{OL}}{2} * \frac{Rp}{Rp+R4}}$$

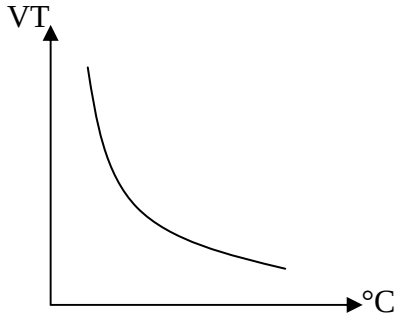
L'uscita V_0 del comparatore (TL 081) può dunque assumere due stati possibili: ON (V_{0H}), OFF (V_{0L}), con cui polarizzare la base di un transistore (V_{BE}).
Per V_{0H} avremo una V_{BE} tale da mandare in conduzione il transistore. L'avvolgimento del relè , attraversato dalla Ic si magnetizza e attiva i suoi contatti, utilizzabili per pilotare a sua volta un carico di potenza.
Per V_{0L} avremo una V_{BE} prossima a 0 Volt che mantiene in interdizione il transistore , non permettendo quindi l'attivazione del relè e dei suoi conttatti. Una V_{0L} , prossima a 0Volt, potrebbe in alcuni casi, avere una tensione minima che determina una V_{BE} in grado comunque di generare una Ic tale da permettere l'attivazione del relè. Un diodo zener Vz=3.3Volt , posto in serie all'uscita del comparatore, impedisce la polarizzazione della base del transistore per tensioni V_{0L} inferiori a 3.3Volt.
La funzione del diodo D1 è quella di proteggere il transistore dalla presenza di una elevata sovratensione , generata dall'induttanza del relè e presente tra il suo collettore ed emettitore (V_{CE}) nell'istante della commutazione saturazione $\rightarrow$ interdizione
Un diodo led segnala con la sua accensione ,l'attivazione del relè.

<u>Applicazione:</u>
Programmando una temperatura di riferimento (regolazione del trimmer R5), questo circuito potrebbe essere utilizzato per attivare un carico (ad esempio una ventola in caso di surriscaldamento di una apparecchiatura).
Infatti al disotto di una certa temperatura prefissata, il relè non è attivato in quanto V0 è a livello basso (V0L). Superata questa soglia di temperatura la V0 commuta a livello alto (V0H), attivando di conseguenza il relè e i suoi relativi contatti.

Si ricorda che l'NTC diminuisce il suo valore in ohm all'aumentare della temperatura, di conseguenza la tensione ai suoi capi diminuisce all'aumentare della temperatura.







$$VT = \frac{Vcc}{R3 + RT} * RT$$