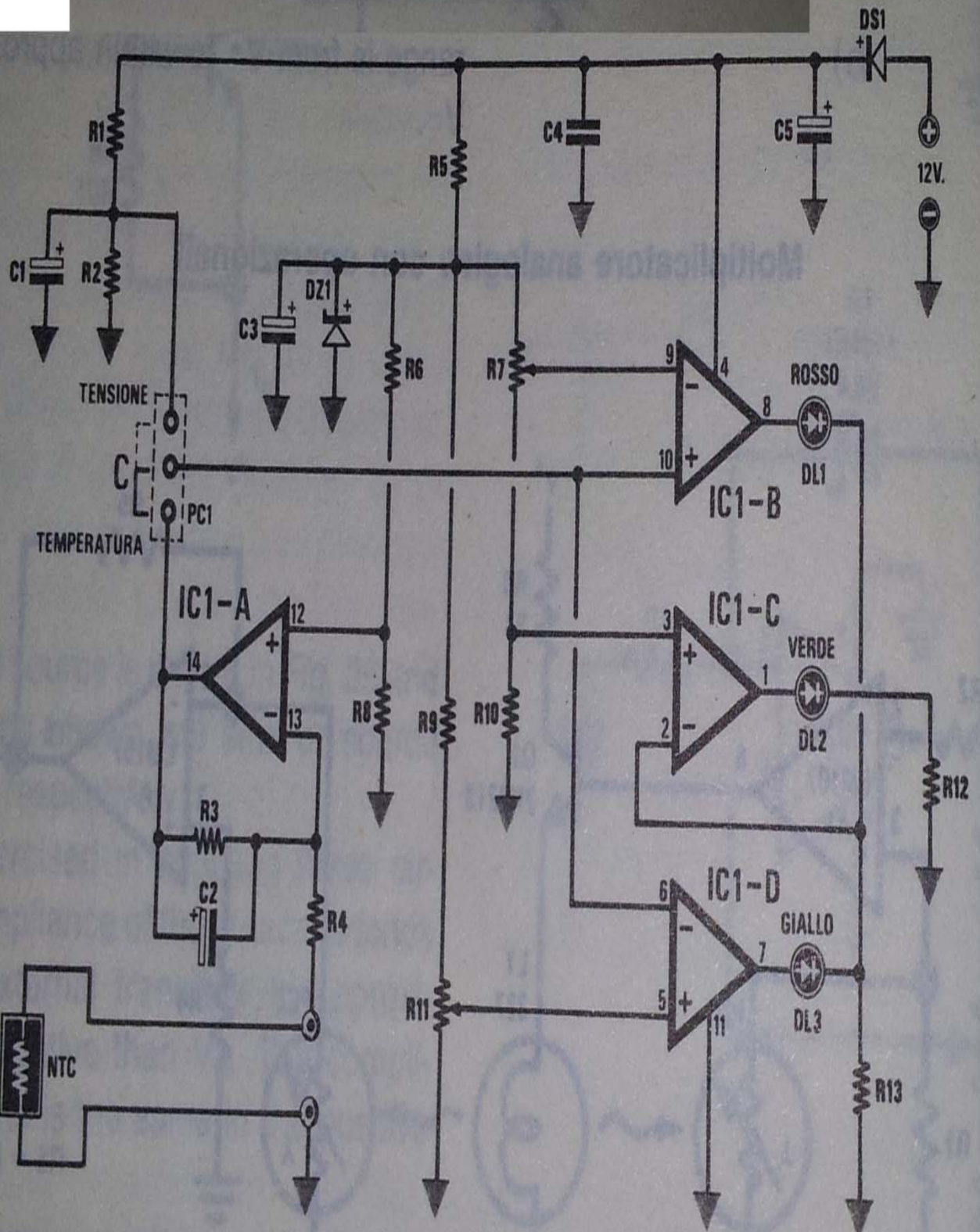




Si tratta di un circuito che usa quattro operazionali, contenuti in un singolo IC (la scelta non è critica), usati come comparatori.



## ELENCO COMPONENTI

$R_1 = 22 \text{ k}\Omega$  1/4 W  
 $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$  1/4 W  
 $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$  1/4 W  
 $R_4 = 820 \Omega$  1/4 W  
 $R_5 = 330 \Omega$  1/4 W  
 $R_6 = 33 \text{ k}\Omega$  1/4 W  
 $R_7 = 47 \text{ k}\Omega$  1/4 W

$R_8 = 10 \text{ k}\Omega$  1/4 W  
 $R_9 = 33 \text{ k}\Omega$  1/4 W  
 $R_{10} = 33 \text{ k}\Omega$  1/4 W  
 $R_{11} = 47 \text{ k}\Omega$  trimmer  
 $R_{12} = 680 \Omega$  1/4 W  
 $\text{NTC} = 1000 \Omega$   
 $C_1 = 47 \mu\text{F}$  elettr. 25 V  
 $C_2 = 10 \mu\text{F}$  elettr. 25 V  
 $C_3 = 47 \mu\text{F}$  elettr. 25 V

$C_4 = 100 \text{ nF}$  poliestere  
 $C_5 = 100 \mu\text{F}$  elettr. 25 V  
 $\text{DS1} = 1\text{N} 4007$   
 $\text{DZ1} = \text{zener } 8,2 \text{ V}, 1 \text{ W}$   
 $\text{DL1} = \text{led rosso}$   
 $\text{DL2} = \text{led verde}$   
 $\text{DL3} = \text{led giallo}$   
 $\text{IC1} = \text{LM324}$

Questo circuito può essere utilizzato per controllare la temperatura del radiatore o lo stato di carica della batteria. Come tensione di alimentazione si può usare quella non stabilizzata della batteria dell'automobile: la stabilizzazione a 8,2 V viene poi ottenuta con DZ1. La tensione così stabilizzata alimenta il partitore fisso formato da  $R_6$  e  $R_8$  (pin 12 IC1-A = 1,9 V) e i trimmer di taratura  $R_7$  e  $R_{11}$ . Per il controllo di temperatura il ponticello PC1 va cortocircuitato come indicato in fig. 30 e la NTC deve essere fissata al radiatore: si suppongano i due trimmer già tarati correttamente in modo che il led giallo indichi la temperatura minima, quello verde la temperatura di normale funzionamento (80 °C) e quello rosso una temperatura troppo alta (90 °C). Supposta in un primo momento la temperatura dell'acqua al minimo, la NTC presenta un valore alto: la tensione al pin 12 di IC1-A, amplificata dall'operazionale in configurazione non invertente ( $A_{vf} = R_3 + R_4 + \text{NTC}/R_4 + \text{NTC}$ ), attraverso il ponticello PC1 arriva al pin 10 di IC1-B e al pin 6 di IC1-D; con i trimmer correttamente tarati il led giallo risulta acceso, mentre risulta spento quello rosso. Con quello giallo acceso è spento anche quello verde, essendo il pin 2 di IC1-C a potenziale di poco inferiore a  $+V_{CC}$  (a meno di  $V_D$ ) e quindi a potenziale superiore rispetto al pin 3. Aumentando la temperatura la NTC si riduce di valore e quindi aumenta  $A_{vf}$  e, in conseguenza, la tensione in uscita a IC1-A: il pin 6 si porta a un livello superiore a quello del pin 5 e il led giallo si spegne; in conseguenza si accende quello verde (il pin 2 è a potenziale idealmente nullo mentre il pin 3 è a potenziale positivo). In sede di taratura si consiglia di regolare  $R_{11}$  in modo che il passaggio di accensione tra il led giallo e quello verde avvenga con una temperatura del radiatore di 80 °C. Un ulteriore aumento di temperatura comporta una tensione al pin 10 superiore a quella del pin 9, con la conseguente accensione del led rosso e lo spegnimento di quello verde. In sede di taratura il trimmer  $R_7$  deve essere regolato in modo che questa commutazione si verifichi per una temperatura di poco superiore a quella di intervento della ventola (circa 90 °C). Per usare il circuito per controllare lo stato di carica della batteria il ponticello PC1 va spostato nella posizione

tensione: la tensione della batteria, ridotta di circa 1/3 dal partitore  $R_1$ - $R_3$ , viene inviata ai pins 10 e 6 e confrontata con quelle prelevate dai due trimmers.  $R_{11}$  deve essere regolato in modo che il led giallo si accenda con una tensione della batteria inferiore a 11 V, il trimmer  $R_7$  deve essere regolato in modo che il led rosso si accenda con la batteria oltre i 14 V: con valori di tensione intermedi risulta acceso il led verde, che indica una carica corretta. Si noti, infine, che DS1 serve a proteggere il circuito da accidentali tensioni inverse (errore di collegamento della batteria).