

# IL PICOTEP

**del prof. Ferdinando FUSCO**

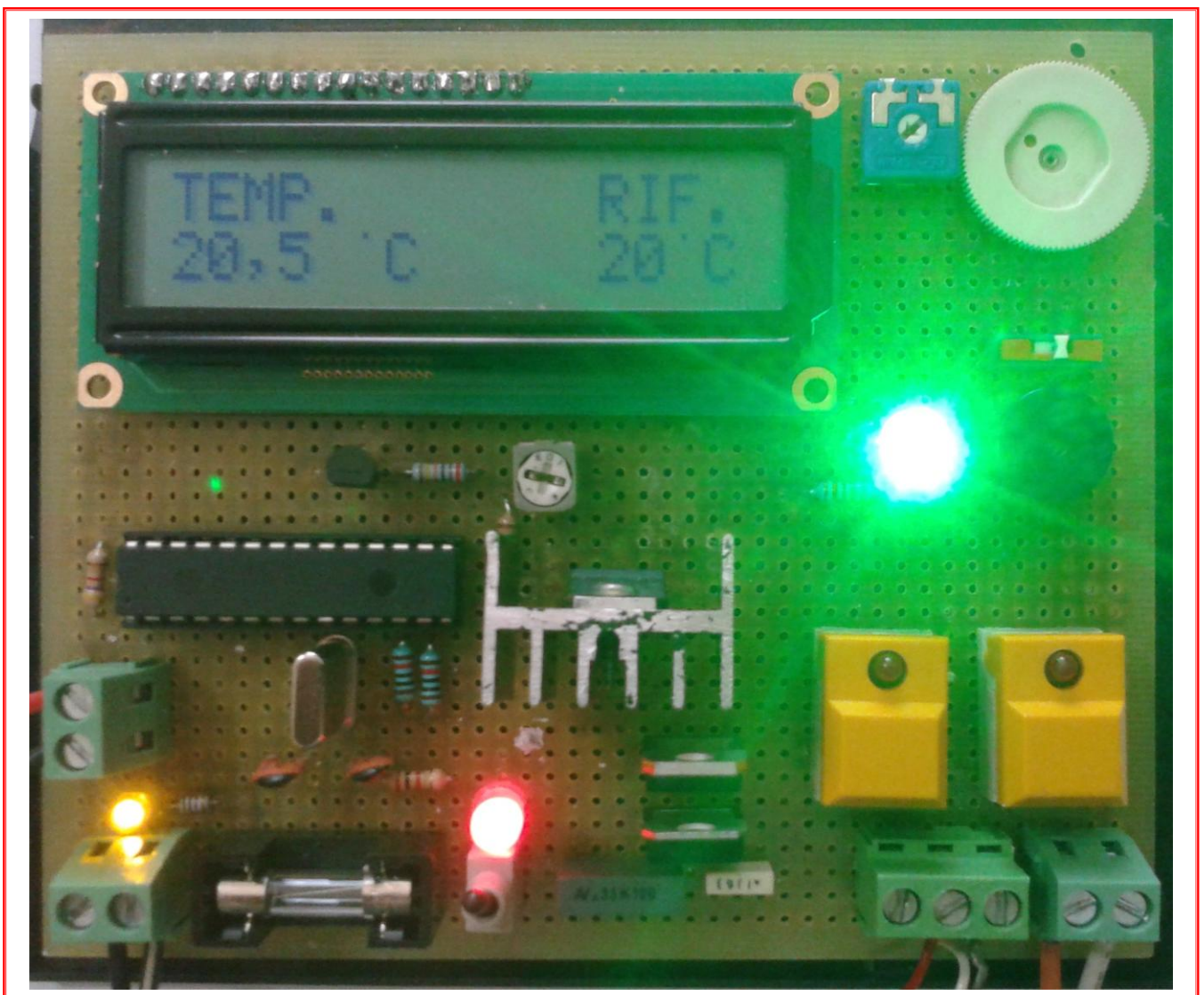
# Indice degli argomenti

<b>IL NOME DEL DISPOSITIVO</b>	<b>pag. 3</b>
<b>L'UTILIZZO</b>	<b>pag. 4</b>
<b>LA TECNOLOGIA</b>	<b>pag. 5</b>
<b>I COMPONENTI UTILIZZATI</b>	<b>pag. 7</b>
<b>COME FUNZIONA</b>	<b>pag. 10</b>

## 1. IL NOME DEL DISPOSITIVO

Il nome del dispositivo nasce tra la fusione di quattro parole:

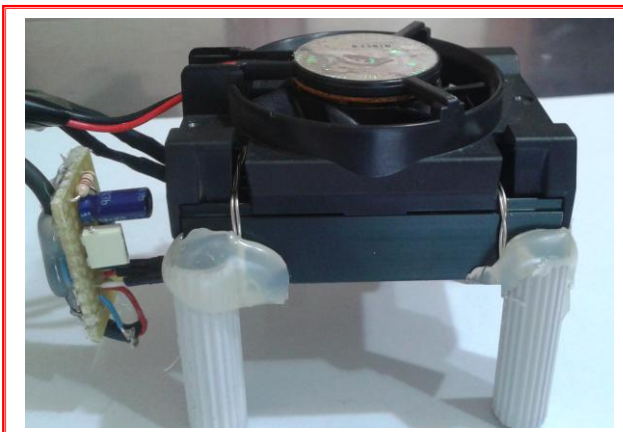
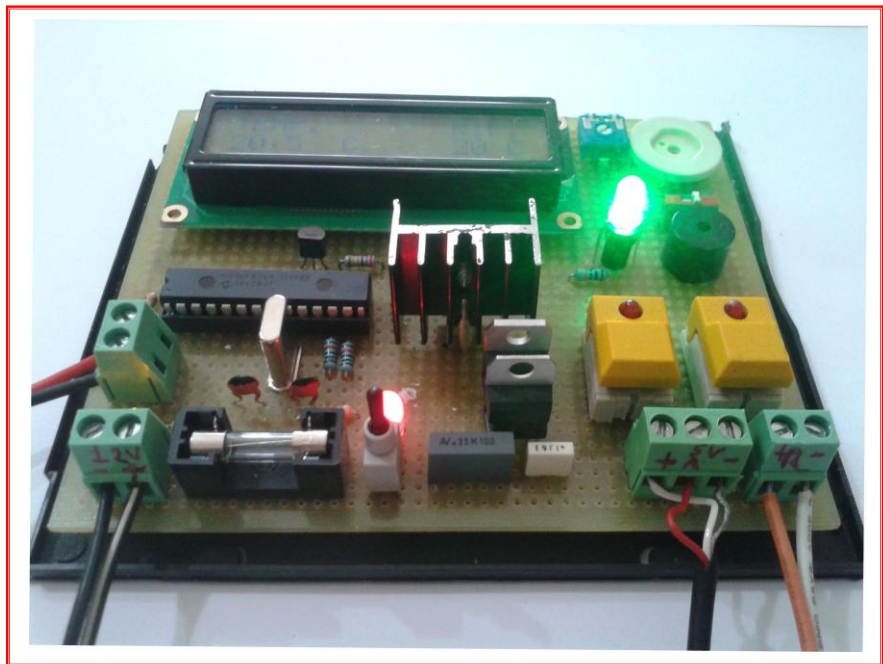
- PI** P.I.C. - Microcontrollore
- CO** CONTROL – Controllo
- TE** TEMPERATURE - Temperatura
- P** P.W.M. – Pulse Width Modulation (Modulazione di larghezza di impulso).



## 2. L'UTILIZZO

Il dispositivo PICOTEP svolge la funzione di mantenere costante, con oscillazioni di  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , la temperatura di un oggetto, un piccolo ambiente di prova per laboratori e, con opportune modifiche sugli attuatori, anche di ambienti più grandi (stanze, sale etc.).

Anche se “semplice” dal punto di vista tecnologico, questo dispositivo può concorrere per funzionalità alle schede elettroniche di controllo più sofisticate che assolvono agli stessi compiti. Il sistema dispositivo che viene presentato è costituito da una scheda elettronica assemblata e da un piccolo “ambiente” di prova. Poiché il dispositivo è in grado di riscaldare ma non è stato dotato di elementi refrigeranti, la temperatura minima di lavoro non può scendere che di qualche grado al di sotto della temperatura ambiente.

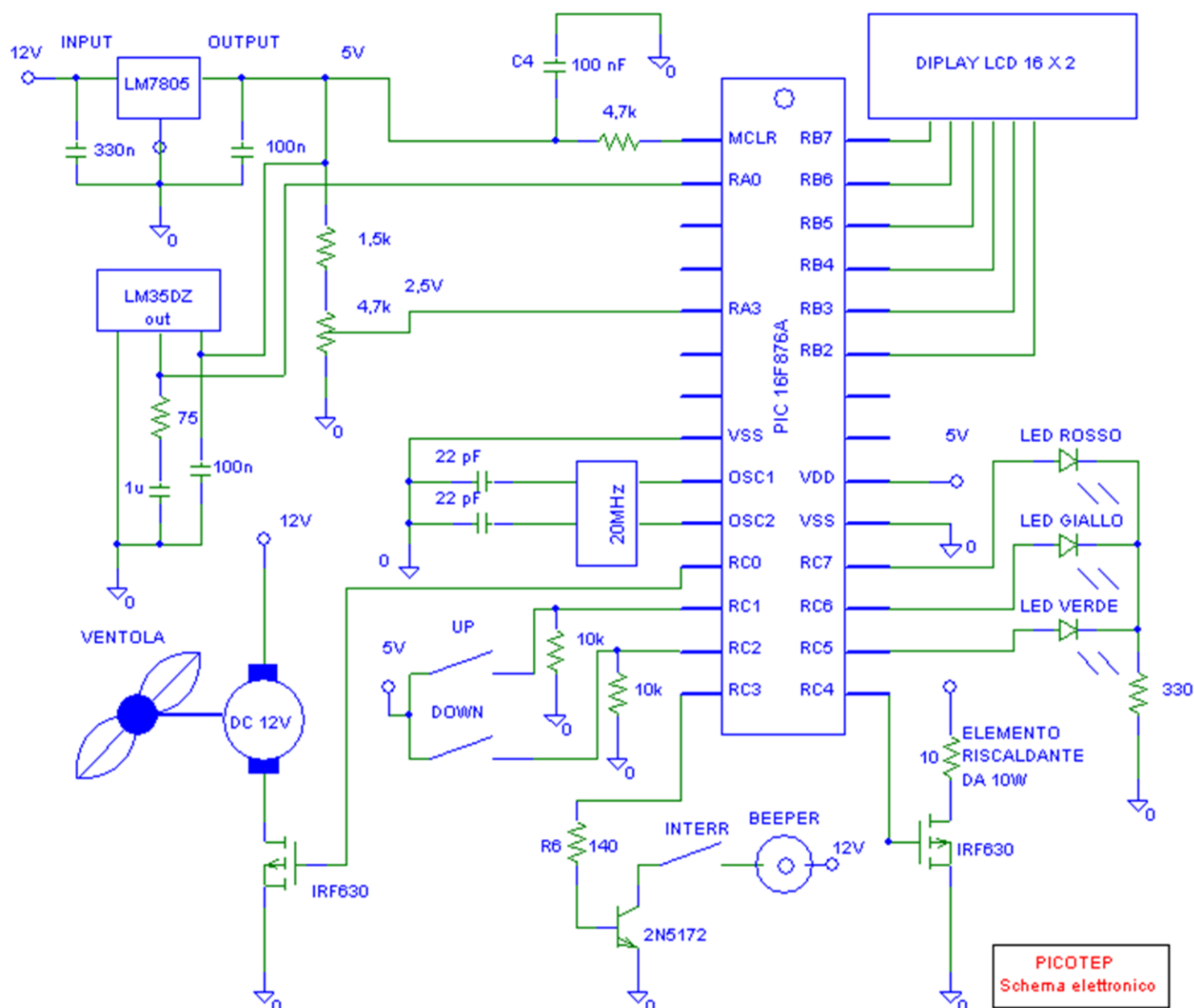
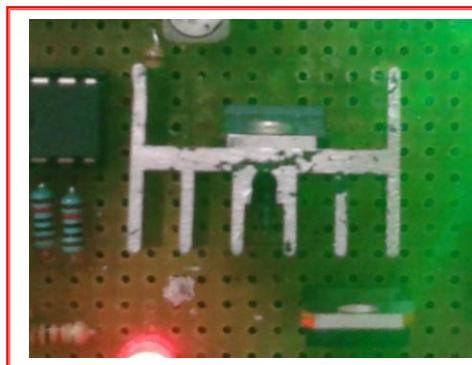




Questi elementi, insieme ai componenti elettronici tipo IRF 630, comandati dal P.I.C., che fungono da **AMPLIFICATORI DI POTENZA**, danno luogo ad un **SISTEMA RETROAZIONATO** per il controllo della temperatura.

Il P.I.C. è stato programmato in linguaggio **MIKROBASIC**.

Si riporta di seguito lo schema elettronico del circuito.

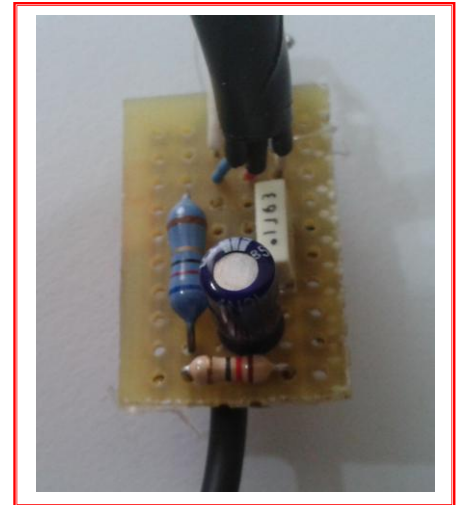
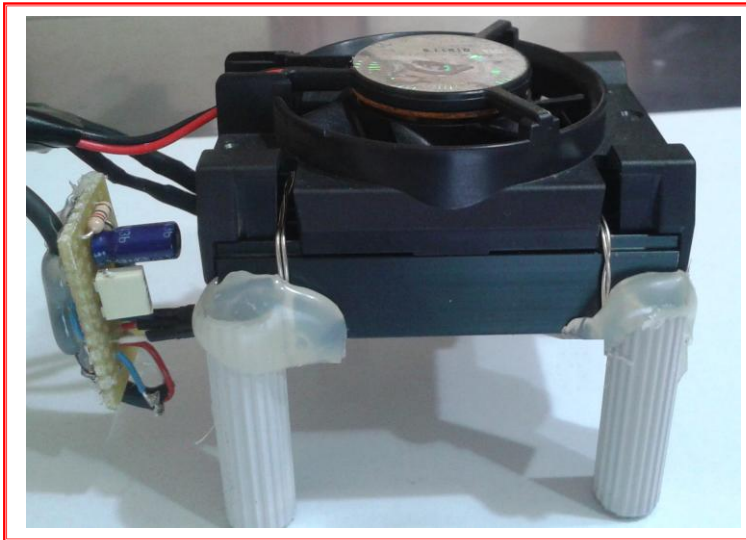


## 4. I COMPONENTI UTILIZZATI

QUANTITA'	DESCRIZIONE/SIGLA	CARATTERISTICHE
2	Interruttore D.C. bassissima tensione	Vn =50V / In=5A
1	Fusibile	Vn=230V / In = 1,5A
3	Morsettiera angolare a due morsetti passo 5mm	18A
1	Morsettiera angolare a tre morsetti passo 5mm	18A
1	Diodo led giallo 3mm	10mcd
1	Diodo <b>led bicolore</b> 5mm rosso/verde	60mcd; 50mcd;
	Diodo <b>led tricolore</b> 5mm rosso/verde/giallo	5000mcd; 5000mcd; 5000mcd
3	Condensatore in poliestere	C=100nF; 63V;±5%;-55÷105°C
1	Condensatore in poliestere	C=330nF; 100V;±10%
1	Condensatore elettrolitico	C=2200uF; 25V; 85°C; ±10%
1	Condensatore elettrolitico	C=1uF; 50V; 85°C; ±10%
2	Condensatore in ceramica	C=22pF;100V;C0G;±5%;
1	Sensore di temperatura <b>LM35DZ</b>	0÷100°C; Prec:1%
1	Stabilizzatore di tensione non regolato <b>L7805ACV</b>	5V; 1,5A;
2	Transistor unipolare <b>IRF 630</b>	N-MOSFET; 200V; 9A;
1	Radiatore estruso	
1	Display LCD alfanumerico	STN Positive;16x2; grigio; LED
1	Risonatore a quarzo	20MHz; 16pF±30pF
1	Transistor <b>2N5172</b>	NPN; 25V; 0,5A
1	Microcontrollore <b>PIC 16F876A</b>	Pin: 28 (pin I/O: 22) Architettura: 8 bit Alimentazione 2V – 5,5V Convertitori A/D: 1 Ingresso/uscite digitali: 16
3	<b>Trimmer</b> per regolazione	R = 4,7 kΩ
1	Segnalatore piezoelettrico	Corrente e tensione di lavoro: 10mA, 12V
1	Resistenza	R= 140 Ω ; 1/4W
1	Resistenza	R= 330 Ω ; 1/4W
1	Resistenza	R= 75 Ω ; 1/4W
1	Resistenza	R= 4,7k Ω ; 1/4W
2	Resistenza	R= 10k Ω ; 1/4W
2	Resistenza	R= 990 Ω ; 1/4W
1	Resistenza	R= 1,5 kΩ ; 1/4W
1	<b>Dissipatore</b> CPU come ambiente di prova	
1	<b>Ventola</b> per dissipatore CPU	Vn= 12V; In= 60mA
2	Pulsanti con indicazione a led e relative resistenze.	
1	Resistenza - <b>Elemento riscaldante</b>	R= 10 Ω ; 10W
1	Scheda universale unilaterale di prototipazione	Passo dei campi di saldatura 2,5 mm

2.5mm

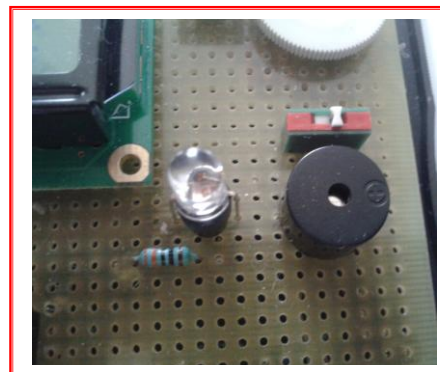
L'ambiente di prova è stato realizzato con un dissipatore per CPU e relativa ventola.



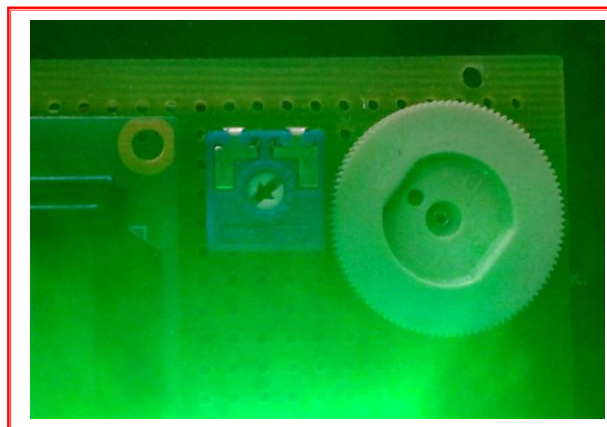
Il sensore di temperatura è stato compensato (foto sopra) contro la presenza di induttanze e capacità del cavo di collegamento tra il circuito elettronico e la sonda.

In figura si possono notare gli allarmi sonori (buzzer) e visivi (led).

Si nota la presenza di un interruttore che permette la disalimentazione del buzzer.



Sotto è raffigurato il trimmer con manopola per regolare la luminosità dello schermo LCD.

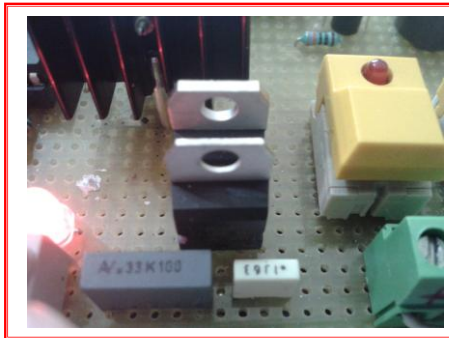
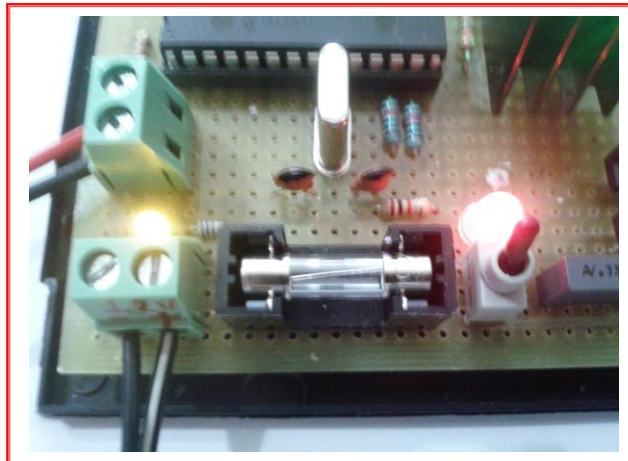




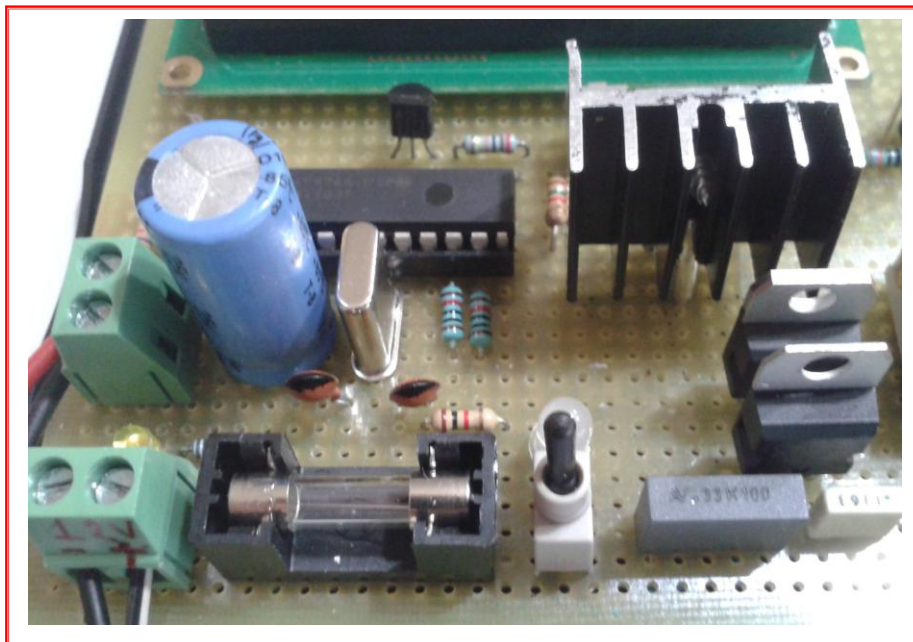
Nella figura sotto, particolare del fusibile e dell'interruttore per alimentare la scheda.

E' visibile anche il risonatore al quarzo da 20MHz.

Sotto un primo piano del regolatore di tensione 7805.



Il condensatore elettrolitico da 2200uF (di colore azzurro) è stato aggiunto successivamente. Infatti inizialmente il sistema è stato testato con una resistenza di potenza da 25Ω/5W, ma passando successivamente ad una resistenza da 10Ω/10W il condensatore si è reso necessario, in quanto le oscillazioni di tensione dovute alla regolazione PWM comportavano l'interruzione del programma e il riavvio del PIC.



## 5. COME FUNZIONA

Il funzionamento del PICOTEP avviene secondo i passi:

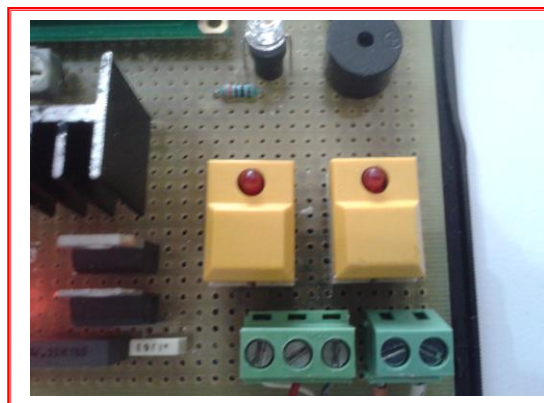
- Alimentando il dispositivo la temperatura di riferimento è impostata e visualizzata a 20°C (o anche diversa a seconda della programmazione desiderata.

Volendo si imposta la

nuova temperatura di riferimento premendo insieme i due pulsanti preposti alla regolazione.

Sul display apparirà la scritta:

“**SET RIF.**” che sta appunto per settaggio della temperatura



di riferimento, e nello stesso tempo si spegnerà il led spia (verde/giallo/rosso).

Premendo insieme (partendo da sinistra) i due pulsanti preposti alla regolazione, il PICOTEP uscirà dalla modalità **SET** e sul display appariranno le scritte:

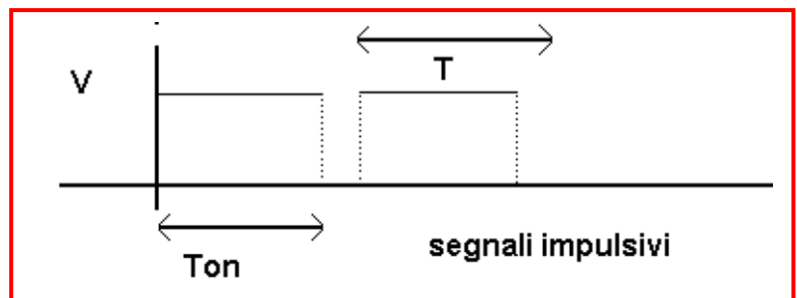
**TEMP.** e **RIF.** con la visualizzazione della temperatura rilevata e della temperatura desiderata.

- **RISCALDAMENTO:** Se **RIF > TEMP** il dispositivo comincerà a scaldare l'ambiente di prova, grazie alla resistenza di potenza da 10W, per portarlo alla temperatura desiderata. Se la differenza  $\Delta T$  tra la temperatura misurata e quella impostata **supera negativamente i 2°C**, apparirà la scritta “**BASSA**” e contestualmente si attiveranno il led spia rosso e l'avvisatore acustico.



Quando il  $\Delta T < -2^{\circ}\text{C}$  il PIC adotterà, sul transistor che comanda l'elemento riscaldante, un controllo in PWM con un  $T_{on}$  molto più largo del  $T_{off}$ ,

con  $T_{on}$  il tempo per il quale la tensione assume 12V e  $T$  (somma di  $T_{on}$  e  $T_{off}$ ) il periodo del segnale impulsivo ON-OFF.



Nell'intervallo di tempo  $T_{off}$  la tensione sul resistore varrà 0V.

La formulazione per il calcolo del valor medio è:

$$V_m = V \cdot \frac{T_{on}}{T}$$

Come da listato del programma:

$$T_{on} = 9900\mu\text{s} = 9,9\text{ms} = 0,0099\text{ s}$$

$$T_{off} = 100\mu\text{s} = 0,1\text{ms} = 0,0001\text{s}$$

In pratica, adottando la formula sopra, in teoria, si avrà:

$$V_m = V \cdot T_{on} / (T_{on} + T_{off}) = (12 \cdot 0,0099) / (0,0099 + 0,0001) = 11,88\text{V}$$

Per  $-2^{\circ}\text{C} \leq \Delta T < -1^{\circ}\text{C}$  il PIC adotterà, sul transistor che comanda l'elemento riscaldante, un controllo in PWM in modo da diminuire il valor medio della tensione sulla resistenza e quindi dell'energia termica erogata dall'elemento riscaldatore.

Come da listato del programma:

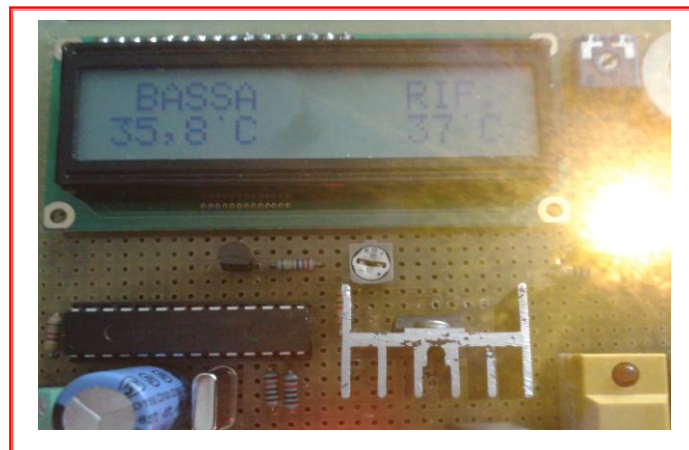
$$T_{on} = 5000\mu\text{s} = 0,005\text{ s}$$

$$T_{off} = 5000\mu\text{s} = 0,005\text{s}$$

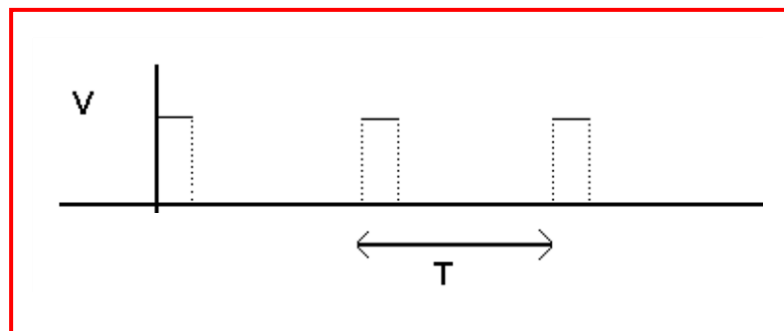
si avrà quindi:

$$V_m = V \cdot T_{on} / (T_{on} + T_{off}) = (12 \cdot 0,005) / (0,005 + 0,005) = 6\text{V}$$

La segnalazione di questa fase avverrà con l'attivazione del led giallo.



Per  $-1^{\circ}\text{C} \leq \Delta T < -0,5^{\circ}\text{C}$  il microcontrollore diminuirà ulteriormente, sempre ad opera di un controllo in PWM, il valor medio dell'energia termica erogata all'ambiente di prova aumentando il Toff rispetto al Ton.

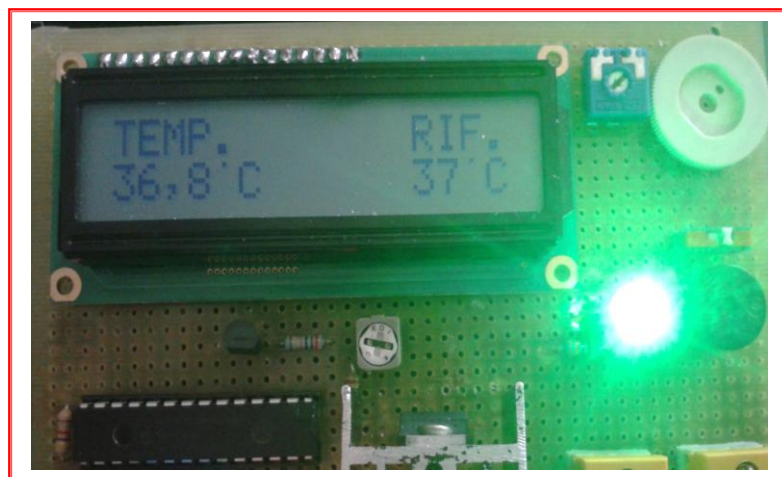


Un ulteriore step esiste per  $-0,5^{\circ}\text{C} \leq \Delta T < +0,2^{\circ}\text{C}$  con i Ton e Toff seguenti:

$$T_{on} = 1500\mu\text{s}$$

$$T_{off} = 8500\mu\text{s}$$

La segnalazione di questa fase avverrà con l'attivazione del led verde.



Le operazioni automatiche appena descritte limiteranno a circa  $0,5^{\circ}\text{C}$  il sorpasso della temperatura rilevata rispetto a quella desiderata.

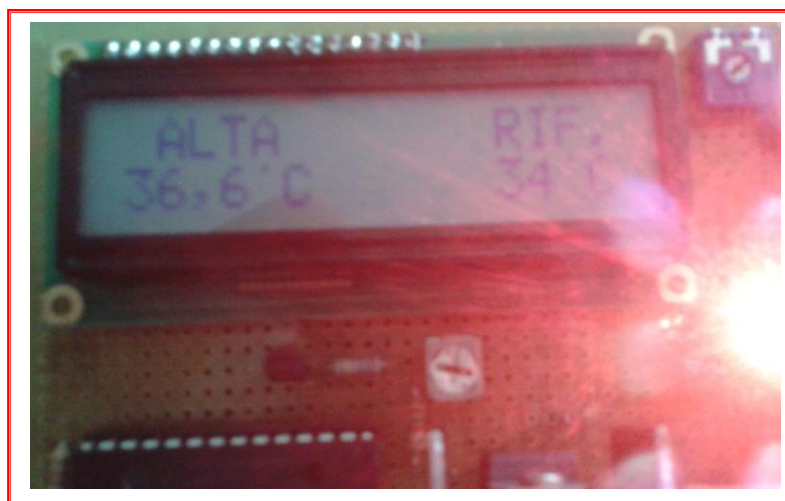
In caso contrario, con un controllo ON-OFF l'inerzia termica porterebbe ad un  $\Delta T$  di alcuni gradi centigradi.

La programmazione del PIC che permette di eseguire il controllo automatico di quanto appena detto è riportata a fine discussione.

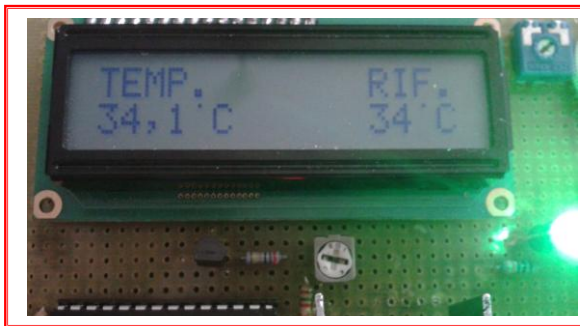
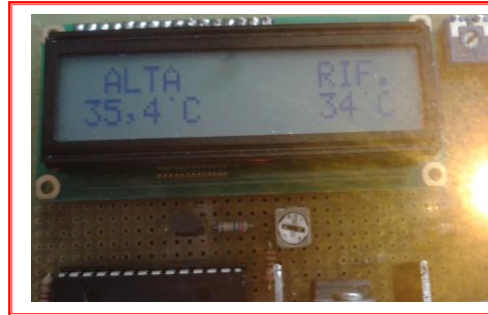
- **RAFFREDDAMENTO**: se  $\text{RIF} < \text{TEMP}$ , ad esempio a causa di un disturbo esterno o per variazione della temperatura di riferimento, il dispositivo comincerà ad asportare calore grazie all'attivazione della ventola preposta allo scopo, comandata dal PIC con tecnica P.W.M. Ovviamente la resistenza di potenza resterà inerte. Con lo stesso tipo di controllo già descritto per la fase di riscaldamento, la ventola ruoterà automaticamente ad un numero di giri prefissato a seconda della differenza tra la temperatura rilevata e quella desiderata.



Se la differenza  $\Delta T$  tra la temperatura misurata e quella impostata **supera positivamente i  $2^{\circ}\text{C}$** , apparirà la scritta “ALTA” e contestualmente si attiveranno il led spia rosso e l'avvisatore acustico.



Come per il riscaldamento, anche per il raffreddamento sono previsti altri 2 step con diversi valori della velocità della ventola e segnalazioni con **led giallo** quando la temperatura rilevata si discosta da quella impostata per un  $\Delta T > +0,5$  e **led verde** per  $\Delta T \leq +0,5$ .



**Nota.** Dato che l'ambiente di prova non è isolato termicamente, anzi, è costruito in modo tale da disperdere facilmente il calore, con un elemento riscaldante da 10W la temperatura MAX non può assumere valori molto alti. Dalle prove è emerso un limite di 45°C, ma questo, è ovviamente funzione anche della temperatura ambiente.