

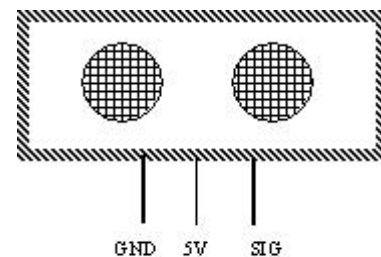
# Misurazione della distanza da un oggetto

ITI - 2012

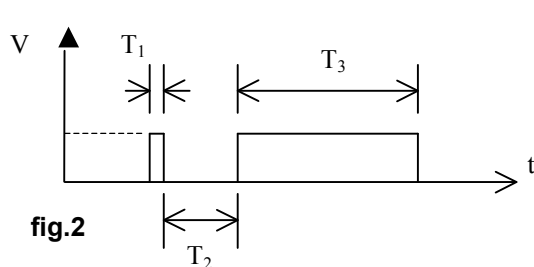
**Elettronica e Telecomunicazioni**  
Sistemi elettronici automatici

Realizzazione di un dispositivo elettronico in grado di misurare la distanza da un oggetto, per tale scopo si utilizzano una coppia di capsule ultrasoniche che fungono da trasmettitore e da ricevitore (fig.1).

Tale trasduttore contiene un circuito elettronico che permette di attivare il dispositivo. La linea SIG è di tipo bidirezionale, come ingresso riceve il segnale di trigger per l'attivazione e come uscita produce un impulso ( $T_3$ ) proporzionale alla distanza (fig.2).



**Fig.1**



$T_1$  (trigger) >5us  
 $T_2$  (Postpone) 200us  
 $T_3$  (Pulse width) 0 - 19.5ms

La distanza  $D$  e la velocità del suono  $V$  dipendono dalle seguenti relazioni:

$$D = \frac{V \cdot T_3}{2}$$

$$V = a + b \cdot \text{Temp}$$

con  $a = 331.5 \text{ m/s}$ ;  $b = 0.62 \text{ m/s}^\circ\text{C}$

Per misurare la temperatura si utilizza un sensore con uscita digitale a 9 bit in complemento a 2 di tipo proporzionale (fig.3).

**fig.3**

Temp °C	Uscita digitale	
	Binario	Esadecimale
+125	0 1111 1010	0FA
+25	0 0011 0010	032
+0.5	0 0000 0001	001
0	0 0000 0000	000
-0.5	1 1111 1111	1FF
-25	1 1100 1110	1CE
-55	1 1001 0010	192

Punti principali del progetto:

- Periferiche del microcontrollore utilizzate per misurare la durata di  $T_3$  ed il valore di Temp;
- Diagramma di flusso per la gestione dei sensori con risalto alla modalità di interfacciamento (se in polling, interrupt o mista);
- Metodologia per la rilevazione di  $T_3$ ;
- Metodologia per la visualizzazione delle grandezze rilevate dai sensori;
- Codice di gestione di uno dei sensori;
- Calcolo della distanza massima rilevabile dal sensore ultrasonico con Temp=20°C;
- Calcolo della variazione relativa alla massima distanza misurabile con una variazione di temperatura da 20°C a 40°C.

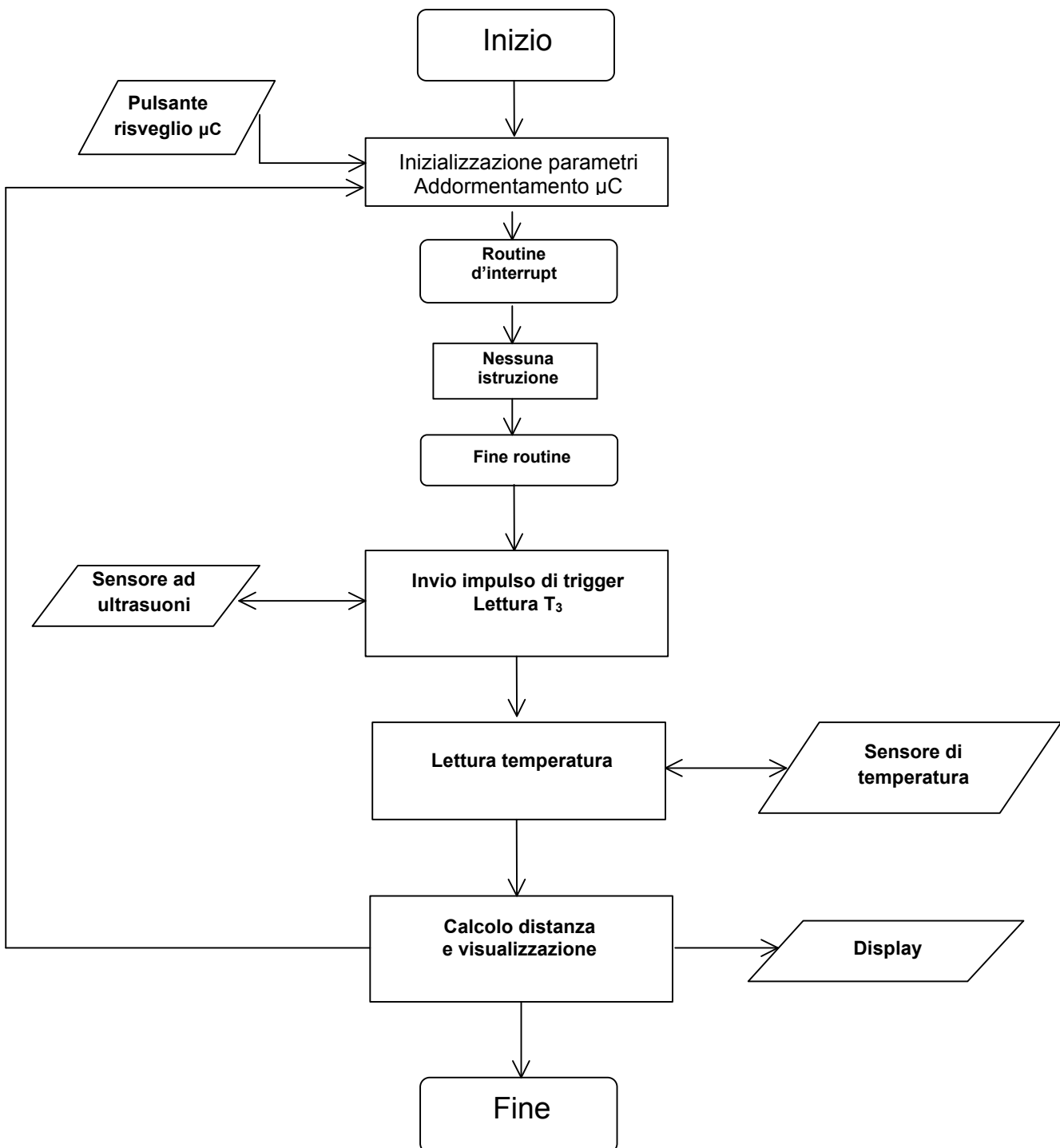
a.

### Periferiche per la misura di $T_3$ e temperatura

Il microcontrollore usato è l'ATMEL 2560,  $T_3$  quindi, è misurato da una delle porte bidirezionali digitali, tramite una routine che, prima invia l'impulso di trigger e poi ricevendo  $T_3$  ne calcola la durata. La temperatura invece, ipotizzando che il sensore abbia l'uscita seriale, può essere letta con l'uso di una delle quattro periferiche seriali disponibili, capace di leggere segnali fino a 9 bit. Anche in caso d'uscita tipo 1-wire, il microcontrollore dispone di una periferica dedicata, in grado di gestire i dati.

b.

### Diagramma di flusso per la gestione dei sensori



## C.

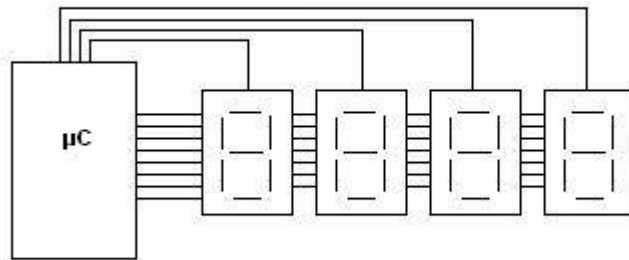
### Rilevazione di T<sub>3</sub>

Per la rilevazione di T<sub>3</sub> risulta conveniente usare un segnale d'interrupt che attivi il  $\mu\text{C}$  solo in caso di misura, in tal modo si ha il massimo risparmio energetico. La routine d'interrupt, per semplicità, è lasciata vuota, il microcontrollore infatti, al termine della sua esecuzione prosegue con il programma. Alla pressione di un tasto collegato ad un ingresso digitale, il microcontrollore invia un impulso di trigger da una delle porte digitali (impostata come uscita) all'ingresso del sensore, questo a sua volta, emette l'impulso T<sub>3</sub> che è inviato sulla stessa porta dopo averla convertita in un ingresso digitale, a questo punto, una routine memorizza il tempo iniziale e finale di tale impulso ricavandone la durata.

## d.

### Visualizzazione delle grandezze rilevate

Per visualizzare le grandezze rilevate dai sensori conviene sfruttare le uscite digitali del microcontrollore, disponibili ancora in gran numero. Queste si possono collegare direttamente ai display essendo dotate della corrente necessaria. Le misure da rilevare necessitano di almeno 4 cifre in quanto la distanza è calcolata con precisione al millimetro e la temperatura arriva a 125°C con precisione di 0.5°C. I 4 display, uno per cifra, sono collegati in cascata da 8 uscite e sincronizzati da altre 4 che simulano un contatore ad anello.



Volendo si può dare una maggiore luminosità ai display incrementando la corrente con un driver per ogni segmento. Con tale collegamento le grandezze sono convertite, da una routine di programma, in un codice per i 7 segmenti più il punto ed un contatore ad anello attiva, in sequenza, le cifre corrispondenti al loro valore.

## e.

### Routine in Wiring per la gestione del sensore ad ultrasuoni

// la routine invia l'impulso di trigger al sensore, attende il tempo previsto e legge l'impulso T<sub>3</sub>.

// Inizializzazione parametri

```
int PinTriggerT3=2;  
int StatoPinT3=LOW;
```

```
unsigned long DurataT3=0
```

.....

```
void setup () {  
    pinMode(PinTriggerT3, OUTPUT);
```

.....

```
}
```

```
void loop () {
```

.....

```
}
```

```
// routine di gestione sensore:
void Sensore_Ultrasuoni () {
    digitalWrite(PinTriggerT3, HIGH);
    delayMicroseconds(5);
    digitalWrite(PinTriggerT3, LOW);
    delayMicroseconds(200);
    pinMode(PinTriggerT3, INPUT);
    StatoPinT3=digitalRead(PinTriggerT3);
    DurataT3=microseconds();
    while StatoPinT3==HIGH {
    }
    DurataT3=microseconds()-DurataT3; // Durata impulso T3 espressa in micro secondi
}

```

## f. Massima distanza calcolabile a 20°C

Dato che:

$$D_{\max} = \frac{V_{\max} \cdot T_{3\max}}{2};$$

Temp=20°C;

$$V_{\max} = a + b \cdot 20; \quad \text{con } a = 331.5 \left[ \frac{m}{s} \right] \quad \text{e} \quad b = 0.62 \left[ \frac{m}{s \cdot ^\circ C} \right]$$

T<sub>3max</sub>=19.5 ms

allora:

$$V_{\max} = 331.5 + 0.62 \cdot 20 = 343.9 \frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow$$

$$D_{\max} = 343.9 \cdot 19.5 \cdot 10^{-3} / 2 = 3.35m$$

## g. Variazione della massima distanza calcolabile in base alla temperatura

Con una variazione di temperatura da 20°C a 40°C, la massima distanza misurabile varia come segue:  
 $\Delta D_{\max} = D_{\max}(40^\circ C) - D_{\max}(20^\circ C)$

$$D_{\max}(40^\circ C) = V_{\max}(40^\circ C) \cdot T_{3\max} / 2 = (a + b \cdot 40) \cdot T_{3\max} / 2 = (331.5 + 0.62 \cdot 40) \cdot 19.5 / 2 = 3.47m$$

quindi:

$$\Delta D_{\max} = 3.47 - 3.35 = 12cm$$