

Tema di: SISTEMI ELETTRONICI AUTOMATICI

(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi del progetto sperimentale "Sirio")

Si vuole monitorare, con cadenza di acquisizione pari a 10 secondi, la temperatura durante il processo di produzione di una particolare fibra plastica. Sapendo che:

- la temperatura è compresa tra 0 °C e 100 °C e ad ogni variazione di 1 °C corrisponde una variazione di 10 mV,
- il numero di sensori di temperatura utilizzati nell'impianto è pari a 8,
- è necessario fornire in uscita, oltre alle temperature dei sensori, anche la temperatura media,
- le specifiche a cui lo strumento deve soddisfare sono:
  - il rapporto segnale/rumore del convertitore A/D non deve essere inferiore a ~ 72 dB,
  - la tensione di riferimento del convertitore A/D sia pari a  $V_{ref} = + 5$  Volt.

Il candidato, formulate le ipotesi aggiuntive che ritiene opportune:

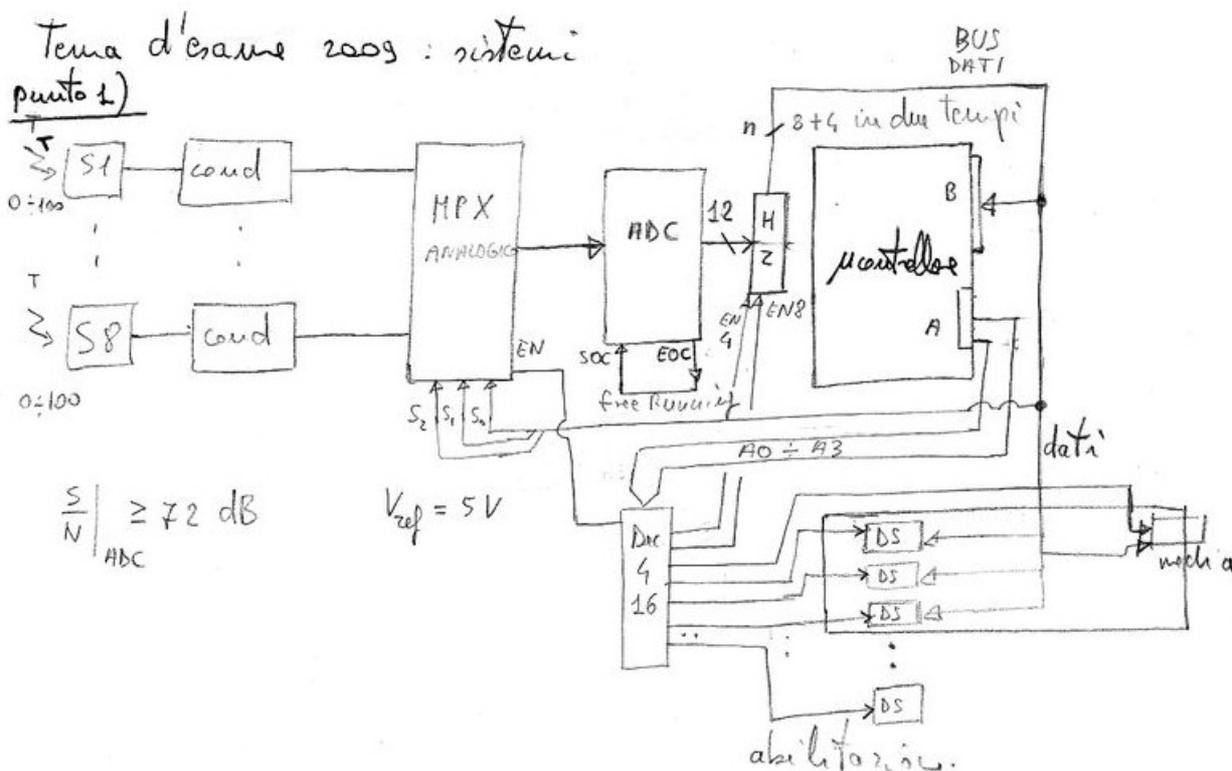
1. individui uno schema a blocchi dell'impianto utilizzando un microcontrollore o un microprocessore conosciuto;
2. sviluppi il circuito di condizionamento tra un sensore di temperatura ed un canale del convertitore analogico-digitale;
3. indichi le risorse software in termini di registri e/o variabili utilizzate per realizzare l'algoritmo di acquisizione e di calcolo della temperatura media;
4. disegni il diagramma di flusso dell'algoritmo per il calcolo della temperatura media;
5. fornisca una porzione di codice significativa dell'algoritmo utilizzato;
6. indichi almeno un tipo di circuito per visualizzare le grandezze acquisite ed elaborate.

Durata massima della prova: 6 ore.

È consentito soltanto l'uso di manuali tecnici e di calcolatrici non programmabili.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.

**Punto 1)**



Calcolo del n° n di bit dell'ADC: S. desidera un  
 rapport.  $\frac{S}{N} \Big|_{dB} \geq 72 \text{ dB}$ , nel nostro caso:

segnale  $S = V_{FS}$   $N = \frac{V_{FS}}{2^n}$  e quindi  $\frac{S}{N} = 2^n$

$\frac{S}{N} \Big|_{dB} = 20 \log_{10} \left( \frac{S}{N} \right) = 20 \log_{10} (2^n) = 72$  e ricaviamo n

$\log_{10} 2^n = 3,6$   $n = \frac{3,6}{\log_{10} 2} = 12$  bit la corrispondenza sarà

V	T	binario b
5	100°C	111...1
	$T_L$	
0	0°C	000...0

$\frac{4096}{100} = \frac{b_L}{T_L}$       $T_L = \frac{100}{4096} \cdot b_L$       $T_L = 0,0244 \cdot b_L$

l'errore commesso sulla lettura della T sarà  $\frac{100}{2^n} = \frac{100}{2^{12}} = 0,0244^\circ\text{C}$

Per mantenersi su tale risoluzione si può usare un display con 4 cifre.

Il n° binario acquisito e numerizzato deve essere moltiplicato per 0,0244 e il risultato deve essere inviato

al display. Bisogna convertire tale risultato in BCD, a cura del  $\mu$ controller (software) o direttamente del display.

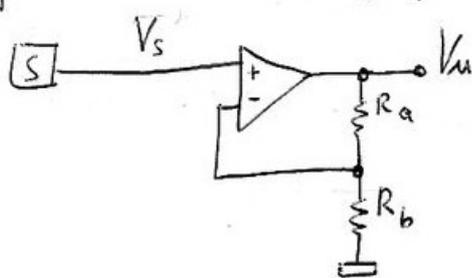
punto 2) Circuito di condizionamento tra un sensore e il convertitore ADC

Le corrispondenze sono:

T	$V_s$	$V_u$
100°C	1V	5V
0°C	0V	0V

ipotesi: la sonda genera 0V a 0°C

basta moltiplicare per 5 il segnale proveniente dal sensore, si può usare un amplificatore non invertente



$V_u = V_s \cdot 5$  e nel circuito:

$$V_u = V_s \left(1 + \frac{R_a}{R_b}\right) \text{ quindi}$$

$\frac{R_a}{R_b} = 4$  scegliamo  $R_b = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_a = 40 \text{ k}\Omega$ .

punto 3) . Ogni dato a 12 bit si può memorizzare in due registri adiacenti utilizzando 8+4 bit quindi servono 18 registri per memorizzare i dati. Il programma di gestione sarà memorizzato nella ROM del  $\mu$ controllore. Per il calcolo della media, i conti intermedi possono essere memorizzati nella memoria RAM interna del  $\mu$ processore.

punto 4) diagramma di flusso dell'algoritmo per il calcolo della temperatura media.

Chiamiamo con un nome le 8 variabili dove sono memorizzate le misure  $m_1 \dots m_8$  e media per il valore medio.

inizio  
 $tot = 0$   
 $tot = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_8$   
 $media = tot / 8$

fine

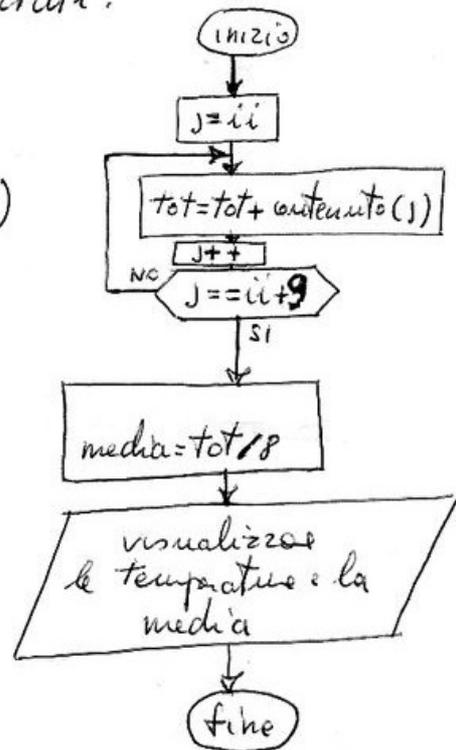
oppure conoscendo l'indirizzo  $ii$  della cella di memoria che contiene gli 8 dati:

inizio  
 for ( $j = ii ; j < 9 ; j++$ )  
 {  $tot = tot + (\text{valore all'indirizzo } j)$   
 }  
 $media = tot / 8$

fine

punto 5)

∴  
 for ( $j = ii ; j < 9 ; j++$ )  
 {  $tot = tot + (\text{contenuto dell'ind. } j)$   
 }  
 $media = tot / 8$   
 ∴



punto 6) Secondo lo schema a blocchi del pto 4 il display deve essere un convertitore 12 bit binario a BCD.

