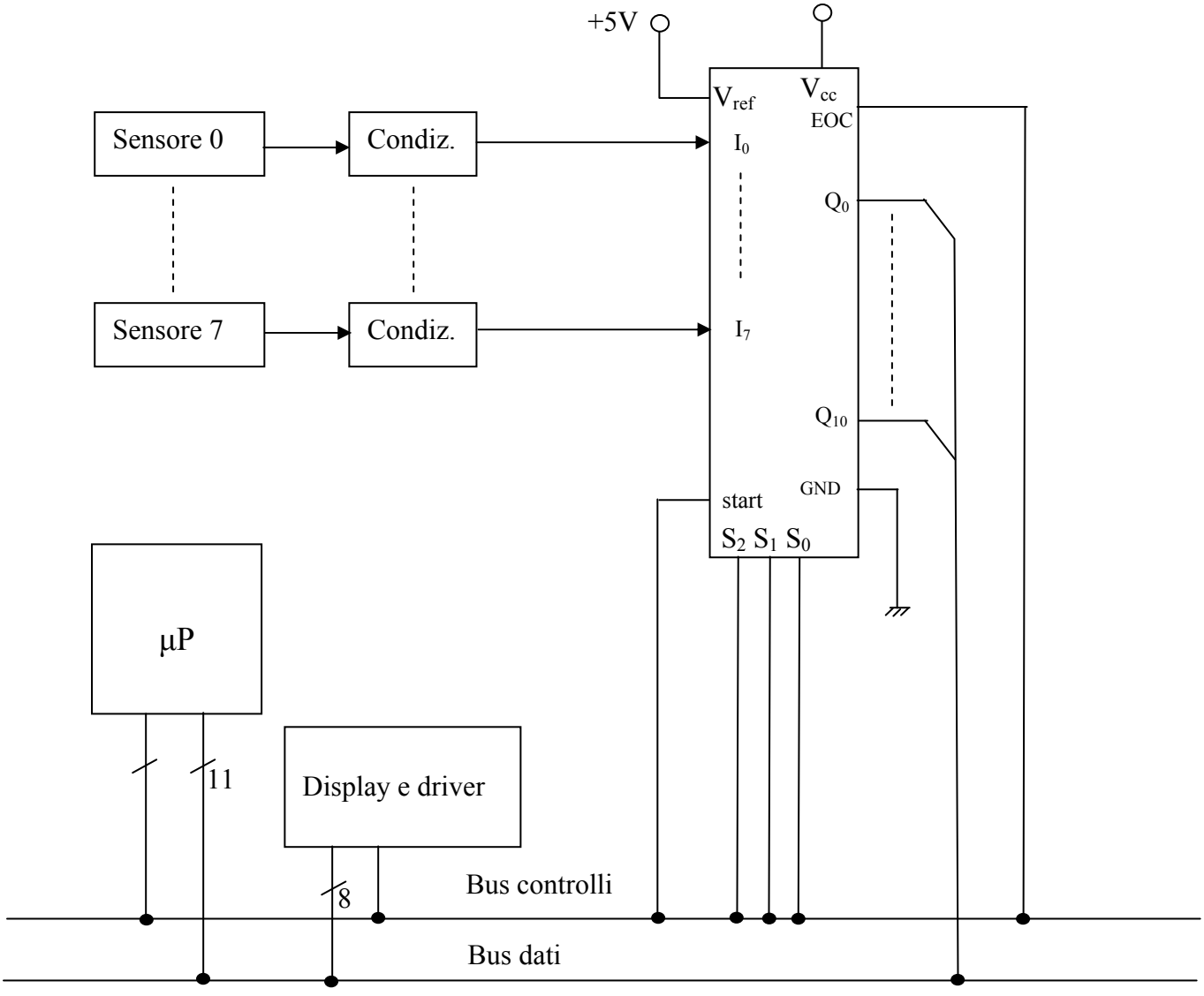
ELETTRONICA – Tema di Sistemi elettronici automatici
Soluzione

La traccia presenta lo sviluppo di un progetto relativo al monitoraggio della temperatura durante un processo di produzione tipico nelle applicazione di controllo di processo.
Tra le soluzioni possibili ne presentiamo una che, a nostro avviso, è esauriente e nello stesso tempo semplice.

Domanda 1. - Individui uno schema a blocchi dell'impianto utilizzando un microcontrollore o un microprocessore conosciuto.

Lo schema a blocchi proposto prevede un microprocessore dotato di risorse di input/output in grado di gestire i segnali previsti. I segnali provenienti dai sensori di temperatura saranno opportunamente condizionati, come richiesto, per poter essere elaborati.



Ogni trasduttore produce una tensione di uscita con escursione massima di 1V (10 mV/°C x 100 °C)
Non essendo data alcuna indicazione riguardo la tensione di uscita corrispondente ad un valore di riferimento della temperatura, possiamo ipotizzare che sia V_{out} = 0V per T=0 °C.
In queste condizioni il range della tensione di uscita dei sensori sarà 0V-1V
Il circuito di condizionamento avrà la funzione di amplificare il range del sensore fino al valore di riferimento del convertitore A/D, quindi 0V-5V.
Pertanto utilizzeremo un amplificatore non invertente con guadagno 5.

Per la conversione degli 8 segnali prodotti dai sensori si impiega un solo convertitore A/D preceduto da un MUX analogico a 8 ingressi.
Sono comunemente disponibili convertitori integrati già completi di MUX, pertanto lo schema a blocchi riporta un solo blocco con possibilità di selezione tra 8 ingressi (3 linee di selezione) e convertitore general purpose del tipo ad approssimazioni successive, certamente in grado di soddisfare le esigenze dell'applicazione in esame.
La velocità di variazione della temperatura, nel caso in esame, è certamente molto bassa rispetto ai tempi di conversione, pertanto non vi è necessità di inserire un circuito campionatore, né di interporre un filtro per eventuali limitazioni di banda.
Il rapporto S/N di 72 dB si riferisce al rumore di quantizzazione del convertitore, pertanto:

$$E_{qrel} \quad \frac{1}{10^{\frac{72}{20}}} \# \frac{1}{4000}$$

Noto che

$$E_{qrel} \quad \frac{1}{2^{n\ 1}}$$

Con n numero bit del convertitore, si ottiene:

$2^{n+1} \geq 4000$ perciò $n = 11$.

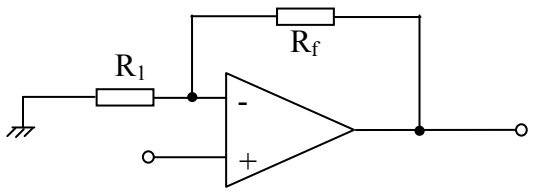
E' possibile usare un convertitore a 12 bit lasciando scollegato l'LSB, oppure realizzare un bus dati a 12 bit con un livello di accuratezza maggiore di quanto richiesto.

Il display potrà essere realizzato con un sistema di 3 o 4 cifre a 7 segmenti, a led o LCD, con relativo circuito pilota, connesso al bus dati per acquisire il dato da visualizzare, e al bus controlli per i comandi di acquisizione.

Il µP dovrà essere in grado di gestire un bus dati a 11 (o 12) linee e distribuire i comandi per temporizzare l'acquisizione dei dati da parte del convertitore A/D, ricevere il segnale di fine conversione, comandare il trasferimento dei dati al display. Se anche i comandi di selezione del MUX possono essere gestiti dal bus dei controlli e se il µP possiede una memoria interna sufficiente a raccogliere i dati e la media, non sarà necessario un bus indirizzi esterno.

Domanda 2. – Sviluppi il circuito di condizionamento tra un sensore di temperatura e un canale del convertitore A/D.

L'amplificatore richiesto, realizzato con AmpOp, avrà lo schema seguente:



$A=1+R_f/R_1 \quad R_f/R_1=4$

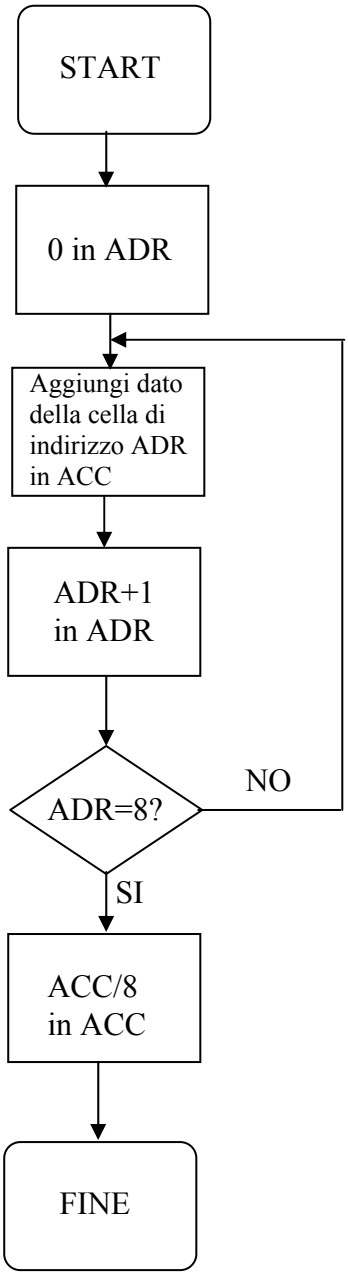
Fissato R_1=10 K : si avrà R_f= 40 K :

Domanda 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.

La traccia non indica la necessità di memorizzare alcun dato una volta acquisite le 8 temperature e calcolata la media. Si può ipotizzare che ad ogni ciclo di acquisizione i dati vengano sovrascritti. Pertanto occorrerà disporre di 8 registri per le temperature rilevate e 1 registro per la media.

Domanda 4. – Disegni il diagramma di flusso dell'algoritmo per il calcolo della temperatura media.

Il presente diagramma di flusso fa riferimento alla realizzazione con un generico microprocessore, ipotizzando che i valori di temperatura acquisiti siano contenuti in celle di memoria con indirizzi da 0 a 7. Il risultato della media si troverà nell'accumulatore.



Domanda 5. – Fornisca una porzione di codice significativa dell'algoritmo utilizzato.

Anzichè fornire una codifica assembler dell'algoritmo di calcolo della media, presentiamo una routine in linguaggio C, ipotizzando la lettura delle temperature da un file e quindi l'utilizzo di un PC.

```
#include     <stdio.h>
#include     <stdlib.h>
#include     <string.h>
#include     <direct.h>

int main(     int argc,        char* argv[])
{
FILE  *f ;
char   numeri [8][6] ;
char   num_stringa [8 + 1] ;
int    i ;
double   somma, media ;


 f = fopen(        ".\\temperatura.txt"             , "r") ; //apro il file nella directory corrente
 if( f == NULL )
 {
       printf(         "Errore in apertura file\n"                 );
   exit(1) ;
 }
```