



Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

Dipartimento per l'Istruzione

Direzione Generale per gli Ordinamenti Scolastici e per l'Autonomia Scolastica

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA LIBERA
PROFESSIONE DI PERITO INDUSTRIALE

SESSIONE 2013

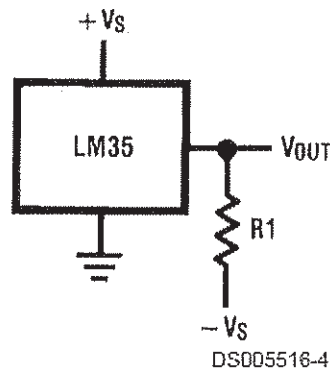
Indirizzo: ELETTRONICA INDUSTRIALE

SECONDA PROVA SCRITTA

In un capannone industriale, scarsamente coibentato e suddiviso in 8 zone, si vuole realizzare un sistema elettronico per il monitoraggio delle temperature ambientali. In particolare si prevede di analizzare l'andamento giornaliero delle temperature al fine di produrre una statistica attraverso un personal computer e fornire due diverse segnalazioni di allarme nel caso la temperatura di una zona salga al di sopra di 70°C oppure scenda al di sotto di -10°C .

Il sensore elettronico di temperatura utilizzato è un LM35: produce in uscita una variazione di differenza di potenziale lineare pari a $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$, si veda la Figura 2.

Il campo di variazione possibile per la d.d.p. di alimentazione di ogni sensore è compreso tra $4\text{ V} < |V_s| < 30\text{ V}$. Il sensore è in grado di misurare temperature tra -55°C e $+150^{\circ}\text{C}$.



Choose $R_1 = -V_s/50\ \mu\text{A}$
 $V_{\text{OUT}} = +1,500\text{ mV at } +150^{\circ}\text{C}$
 $= +250\text{ mV at } +25^{\circ}\text{C}$
 $= -550\text{ mV at } -55^{\circ}\text{C}$

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

Le temperature di ogni locale devono essere acquisite ogni 20 minuti e devono essere poi inviate a un PC. Indipendentemente dalle soglie di allarme è necessario poter misurare la temperatura compresa tra -30°C e $+90^{\circ}\text{C}$.

Si ipotizzi che tra ogni sensore di temperatura e la scheda a microcontrollore o PLC che si occupa dell'acquisizione dei segnali e la successiva trasmissione a un personal computer ci sia una distanza di circa 20 metri.



Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

Dipartimento per l'Istruzione

Direzione Generale per gli Ordinamenti Scolastici e per l'Autonomia Scolastica

Il candidato, fatte le ipotesi aggiuntive ritenute opportune,

1. descriva lo schema a blocchi del sistema di acquisizione dati;
2. progetti il circuito di condizionamento dei segnali in uscita dai trasduttori;
3. descriva il sistema di acquisizione e trasmissione dei valori acquisiti a un PC;
4. illustri le metodologie di collaudo;
5. effettui un'analisi di massima dei costi

Tempo massimo per lo svolgimento della prova: 8 ore

Durante la prova sono consentiti l'uso di strumenti di calcolo non programmabili e non stampanti e la consultazione di manuali tecnici e di raccolte di leggi non commentate.

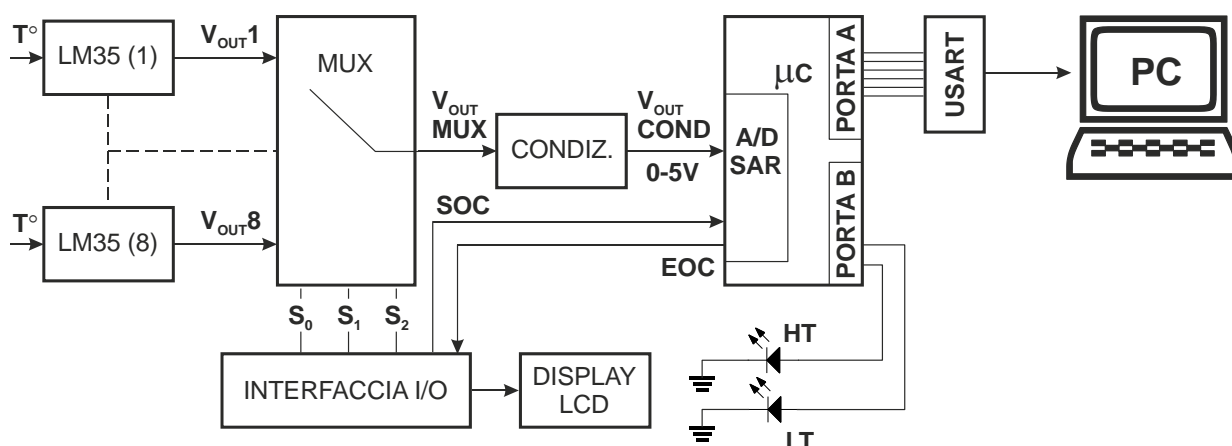
SESSIONE 2013 SOLUZIONE

Si ipotizza che il sistema non coinvolga la sicurezza di persone o cose è pertanto non necessari di una strugente continua e disponibilità di funzionamento.

Si ipotizza di collegare un trasduttore LM35 in ognuno degli 8 locali del capannone dove la segnalazione di allarme richiesta, sia luminosa (led) e che non identifichi una zona, ma semplicemente indichi se una delle 8 zone ha superato i livelli di soglia.

Si ipotizza inoltre che non occorrono Sample & hold grazie alla dinamica di variazione delle temperature come pure filtri per eliminare eventuali disturbi.

A valle dei trasduttori viene pertanto inserito un multiplexer analogico a 8 ingressi che vengono selezionati mediante i segnali S_0 S_1 S_2 controllati dal microcontrollore.



L'uscita V_{out} del multiplexer sarà pertanto uguale a uno degli 8 segnali di ingresso in accordo alla seguente tabella:

ZONA	V_{OUT}	LSB			HSB	
		S_0	S_1	S_2	V_{OUTN}	
1	V_{OUT1}	0	0	0	V_{OUT1}	
2	V_{OUT2}	1	0	0	V_{OUT2}	
3	V_{OUT3}	0	1	0	V_{OUT3}	
4	V_{OUT4}	1	1	0	V_{OUT4}	
5	V_{OUT5}	0	0	1	V_{OUT5}	
6	V_{OUT6}	1	0	1	V_{OUT6}	
7	V_{OUT7}	0	1	1	V_{OUT7}	
8	V_{OUT8}	1	1	1	V_{OUT8}	

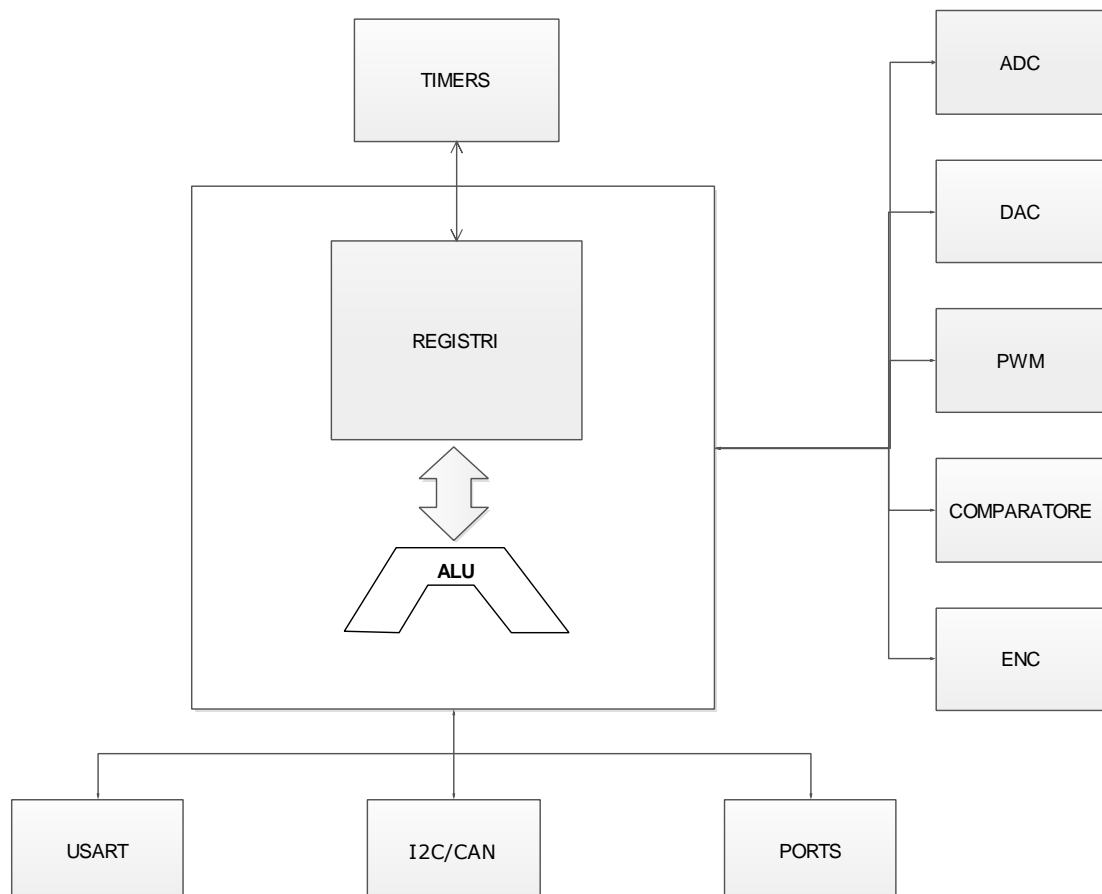
Pertanto il mux analogico ha lo scopo di serializzare i segnali provenienti dagli 8 trasduttori.

Poiché il convertitore A/D interno al microcontrollore necessita di un segnale di ingresso che varia tra 0 e 5V occorrerà condizionare il segnale in uscita al mux V_{outm} e renderlo compatibile con l'A/D interno.

I segnali acquisiti in tensione duale dei trasduttori LM35, sono condizionali con un circuito integrato $\mu A741$ posto in configurazione differenziale e inviati al PIC per essere convertiti in digitale dall'A/D di tipo SAR contenuto al suo interno.

La scheda a microcontrollore scelta contiene il PIC 16F874 a 10 bit 8 canali, la cui struttura viene a seguito schematizzata:

SCHEMA PIC



Noto che il traduttore LM35 presenta una differenza di potenziale di 10 m.v./C° su un range di temperatura (+150,-55)C° la sua caratteristica è la seguente:

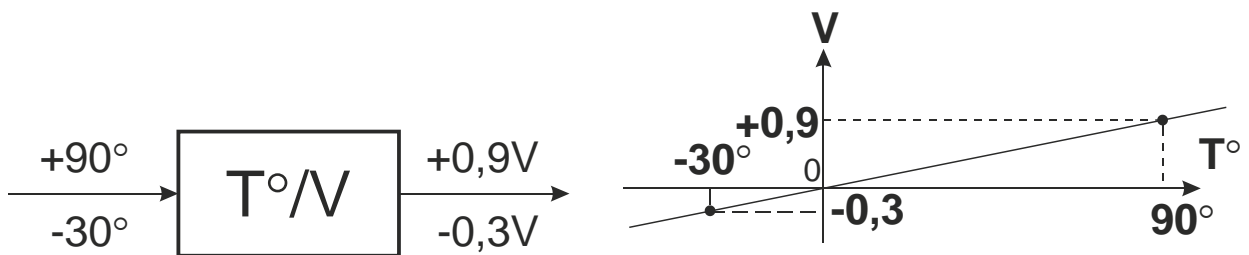


Volendo misurare la temperatura in un range -30° e +90° C stabiliamo che:

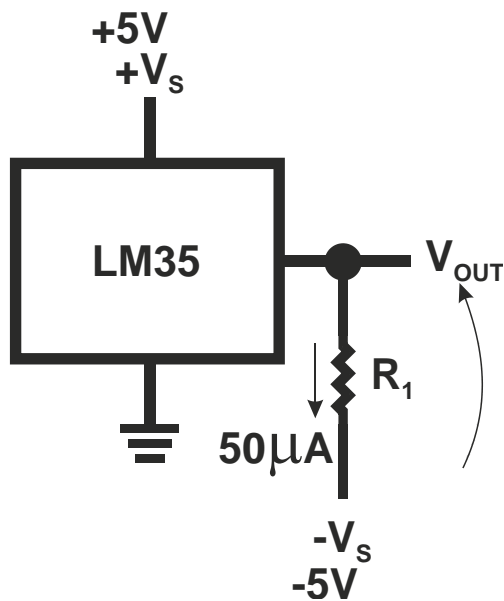
($T_{MIN} = -30^{\circ}C$ e $T_{MAX} = +90^{\circ}C$) dove $V = 0,01V$

Pertanto:

$$V_{MIN} = 10 \cdot 10^{-3} \cdot (-30) = 0,3V \quad e \quad V_{MAX} = 10 \cdot 10^{-3} \cdot (+90) = 0,9V$$



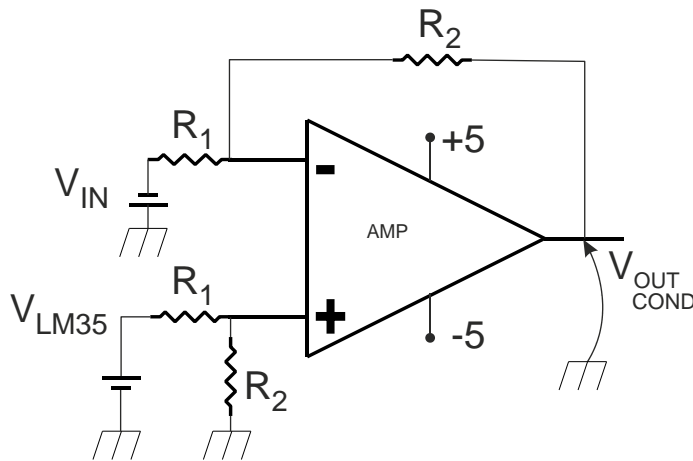
Sapendo che $R_1 = -\frac{VS}{50\mu A}$ determino R1 ipotizzando una +/-Vs=5V:



$$R_1 = \frac{-VS}{50\mu A}$$

$$R_1 = \frac{-5V}{50 \cdot 10^{-3}} = 100K\Omega$$

Per condizionare il range di funzionamento 0-5V devo eliminare l'offset di -0,3V, avvalendomi di un Amplificatore Operazionale $\mu A741$ posto in configurazione differenziale come segue:



$$V_{OUT} = \frac{R_2}{R_1} \cdot (V_{IN1} - V_{IN2})$$

$$G = \frac{V_{OUT}}{\Delta V_{IN}} = \frac{5}{0,9 - (-0,3)} = 4,16V$$

$$G = 4,16 = \frac{R_2}{R_1}$$

Ponendo $R_1 = 10K\Omega$ determino R_2 :

$$R_2 = G \cdot R_1$$

$$R_2 = 4,16 \cdot 10 \cdot 10^3$$

$$R_2 = 4,16K\Omega$$

Infine determino V_{OUT} :

$$V_{OUT} = \frac{4,16 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^3} \cdot (0,9 - (-0,3))$$

$$V_{OUT} = 5V$$

Il PIC 16F874 a 10 bit è sufficientemente rapido per acquisire i segnali richiesti senza l'ausilio di un circuito Sample & Hold.

Sapendo che: $Q = \frac{V_{REF}}{2^{nbit}} = \frac{5}{1024} = 4,88 m.V.$ e ipotizzando un tempo di confronto di 100ns otteniamo che:

$$T_{Cmin} = nbit \cdot T_{ck}$$

$$= 10 \cdot ns$$

$$= 10\mu s$$

$$T_{Cmin} = 10\mu s$$

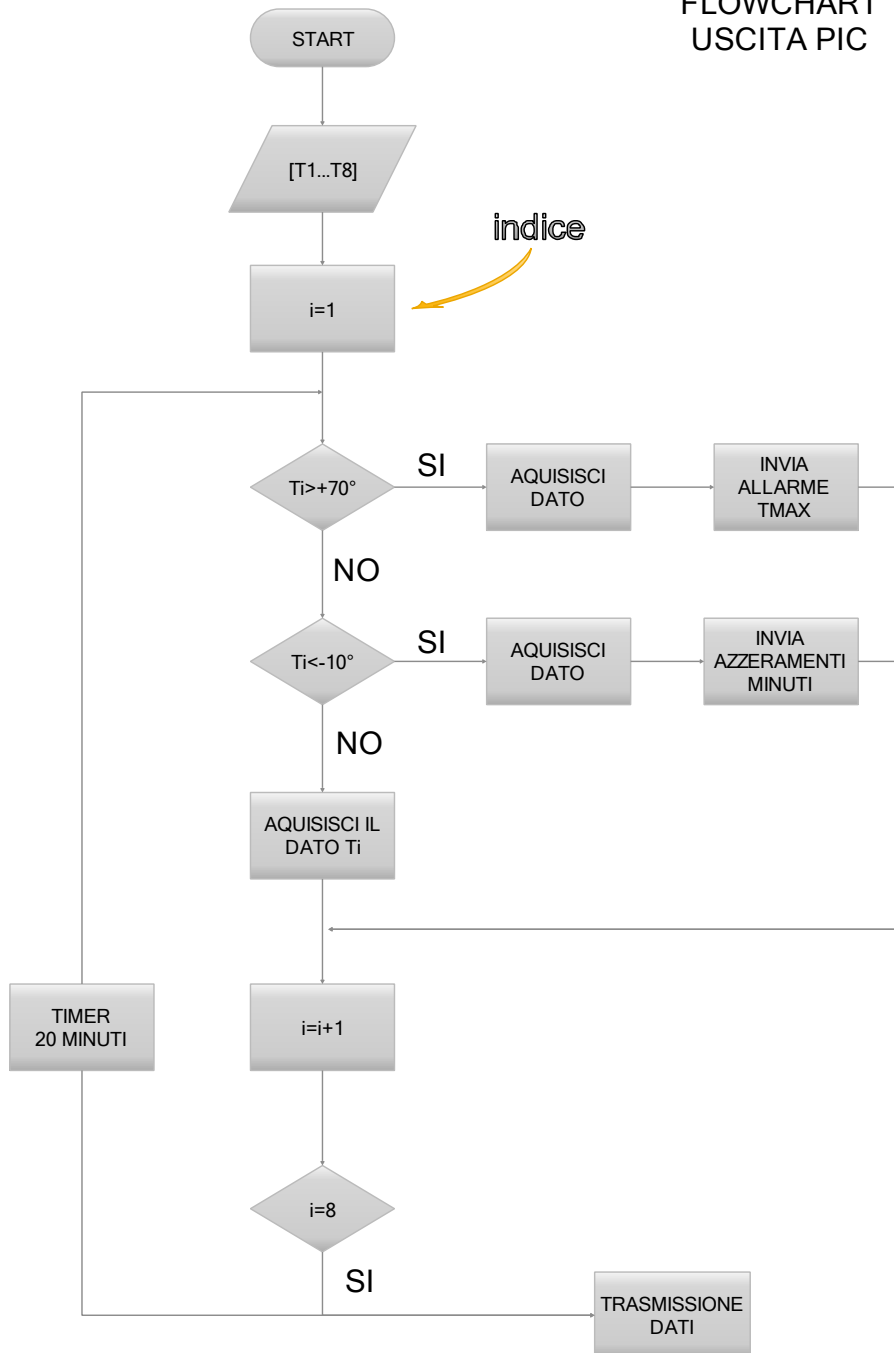
$$f_{CONV} = \frac{1}{T_{CONV}}$$

$$f_{CONV} = \frac{1}{10\mu s} = 100K_{HZ}$$

$$f_{CONV} = 100K_{HZ}$$

All'interno del PIC è necessario programmare così come indicato nel flowchart, in modo da acquisire gli 8 valori ogni 20 minuti e confrontarle con il segnale di soglia.

FLOWCHART
USCITA PIC



Se trasmettessi un segnale digitale con una normale configurazione parallela, a una distanza superiore al metro, a causa di reattanze sui fili, i dispositivi interferirebbero tra di loro. Per trasmettere i dati a 10 bit occorre un BUS ma vista la distanza imposta di 20 metri, occorre utilizzare un'interfaccia programmabile.

Si rende pertanto necessario utilizzare un dispositivo di interfaccia come l'USART o l'UART che garantisca la qualità del segnale fino a 40 metri di distanza serializzando il segnale con una modulazione digitale (FSK, PSK, ASK).

Scelgo il dispositivo USART 8251 rispetto a L'UART in quanto quest'ultimo in caso di errore, il segnale serializzato dovrebbe essere ritrasmesso.

Con il dispositivo USART 8251, il segnale è trasmesso alternandolo a un segnale morto necessario per determinare l'inizio e la fine della trasmissione reale.

