

ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE
D.GNOCCHI VILL.RAG



CE

Ministero della Pubblica Istruzione

YEC3 - ESAMI DI MATURITA' TECNICA INDUSTRIALE SPERIMENTALE
Indirizzo: ELETTRONICA INDUSTRIALE

segue pag. 2/3

Un apparecchio sperimentale è composto di tre camere a bolle, all'interno delle quali sono stati disposti tre sensori di pressione.

Ciascuno dei sensori fornisce in uscita una corrente $I_n(t)$ che varia linearmente con il valore istantaneo della pressione $p_n(t)$ seguendo la legge:

$$I_n(t) = K \cdot p_n(t) + 2 \text{ mA}$$

$$\text{con } n=1,2,3 \quad \text{e} \quad K = 3 \text{ mA/atm.}$$

Gli andamenti teorici delle pressioni nelle tre camere sono rispettivamente:

$$p_1(t) = 0,5 \text{ sen}(50t)$$

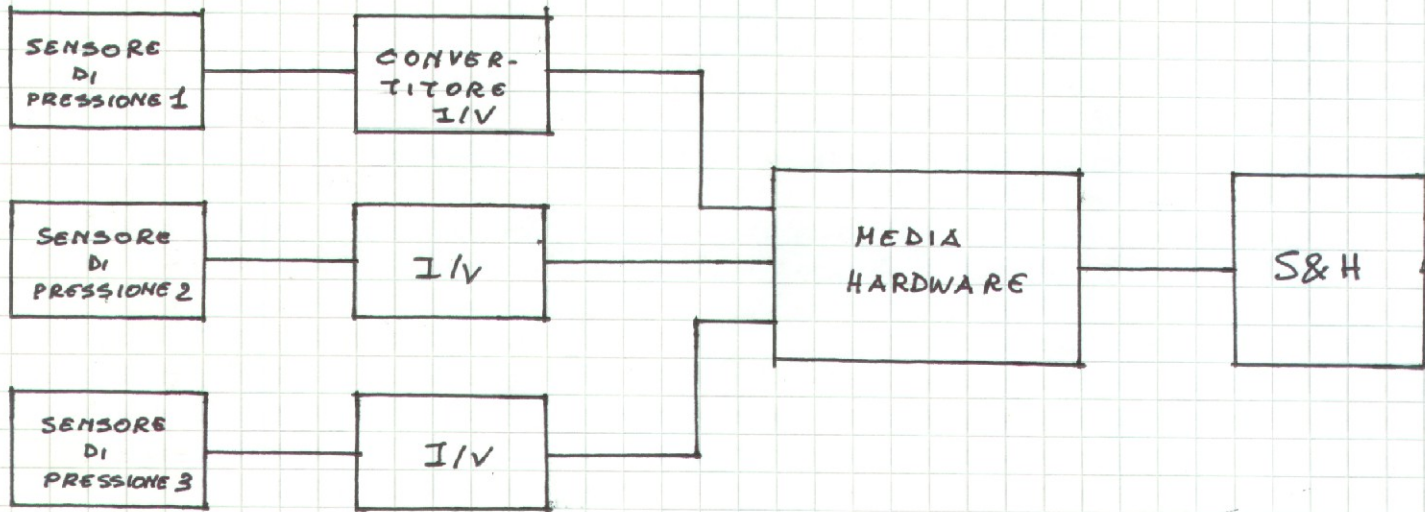
$$p_2(t) = \text{sen}(25000t)$$

$$p_3(t) = 5 \text{ sen}(500t)$$

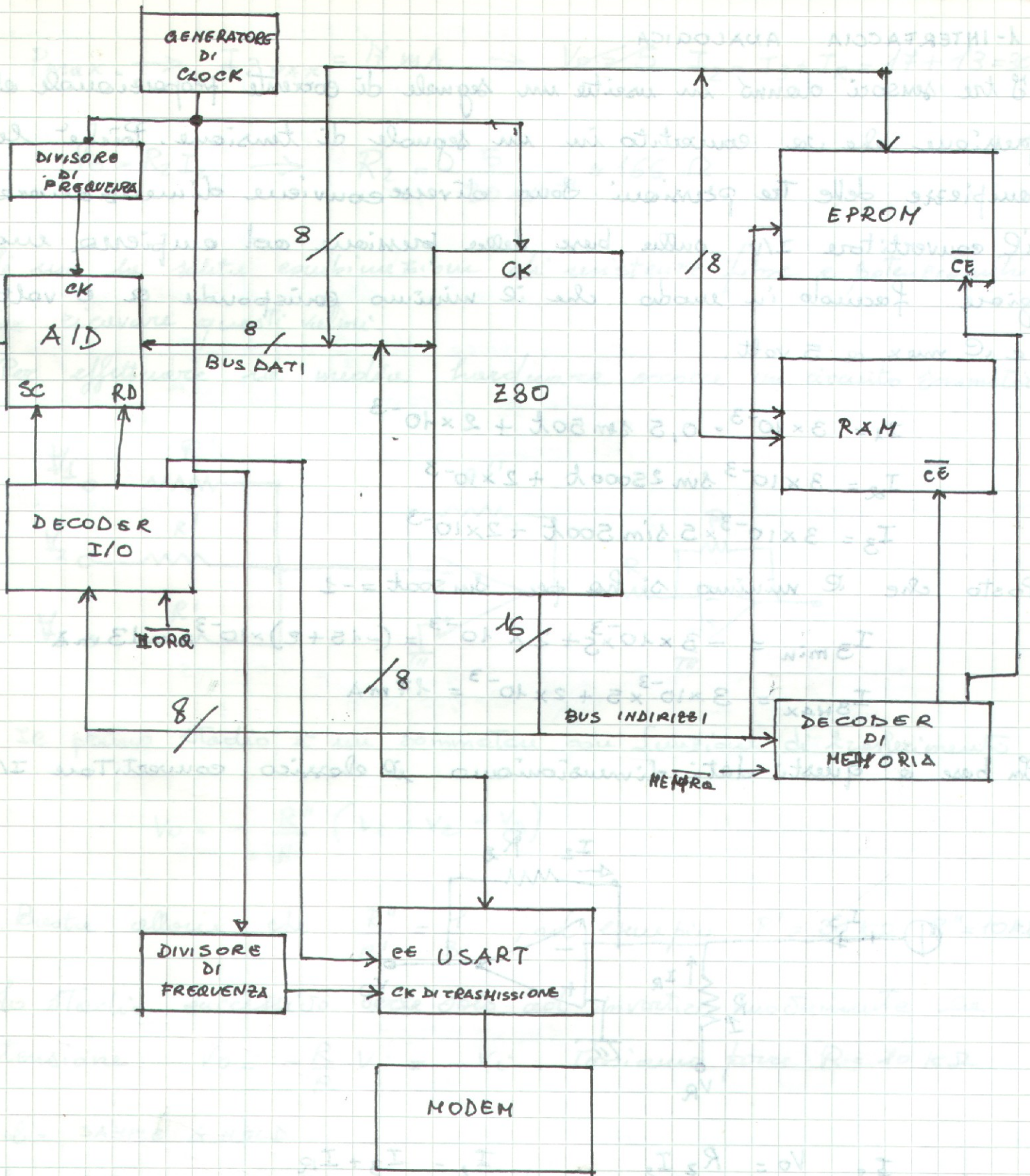
Si vuole acquisire, attraverso una opportuna interfaccia, l'andamento della media dei valori istantanei delle pressioni nelle tre camere.

Il candidato, dopo aver formulato le necessarie ipotesi aggiuntive:

1. progetti e dimensioni l'interfaccia analogica da inserire tra i sensori ed il convertitore A/D;
2. spieghi perchè, ai fini di una corretta acquisizione, è necessario usare un circuito sample-hold e determini la frequenza di campionamento per non avere perdite di informazioni;
3. descriva la struttura di un sistema a microprocessore per acquisire i dati dal convertitore, riportando lo schema dell'interfaccia e codificandone il software di gestione in un linguaggio di sua conoscenza;
4. descriva il protocollo da usare per una trasmissione seriale in tempo reale dei dati raccolti verso un centro remoto.



SCHEMA A BLOCCHI COMPLESSIVO DELLA SCHEDE



1-INTERFACCIA ANALOGICA

3 tre sensori danno in uscita un segnale di corrente proporzionale alla pressione che va convertito in un segnale di tensione. Poiché le ampiezze delle tre pressioni sono diverse conviene dimensionare il convertitore I/V sulle basi della pressione ad ampiezza maggiore facendolo in modo che il minimo corrisponda a 0 volt e il max a 5 volt.

$$I_1 = 3 \times 10^{-3} \cdot 0,5 \sin 500t + 2 \times 10^{-3}$$

$$I_2 = 3 \times 10^{-3} \sin 25000t + 2 \times 10^{-3}$$

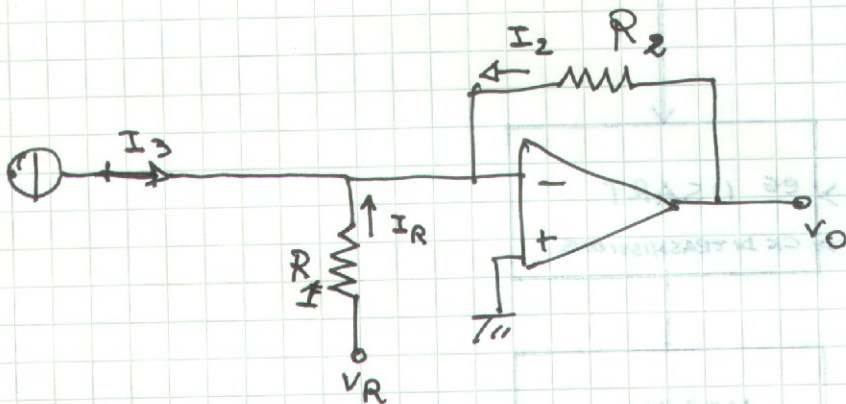
$$I_3 = 3 \times 10^{-3} \times 5 \sin 500t + 2 \times 10^{-3}$$

Posto che il minimo si ha per $\sin 500t = -1$

$$I_{3 \min} = -3 \times 10^{-3} \times 5 + 2 \times 10^{-3} = (-15 + 2) \times 10^{-3} = -13 \text{ mA}$$

$$I_{3 \max} = 3 \times 10^{-3} \times 5 + 2 \times 10^{-3} = 17 \text{ mA}$$

Da base a questi dati dimensioniamo il classico convertitore I/V



$$I_0 \quad V_0 = R_2 I_2 \quad I_2 = I_3 + I_R$$

$$P_{\min} \rightarrow I_{3 \min} = -13 \text{ mA} \rightarrow V_0 = 0 \rightarrow I_2 = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow I_3 = -I_R \rightarrow I_R = 13 \text{ mA}$$

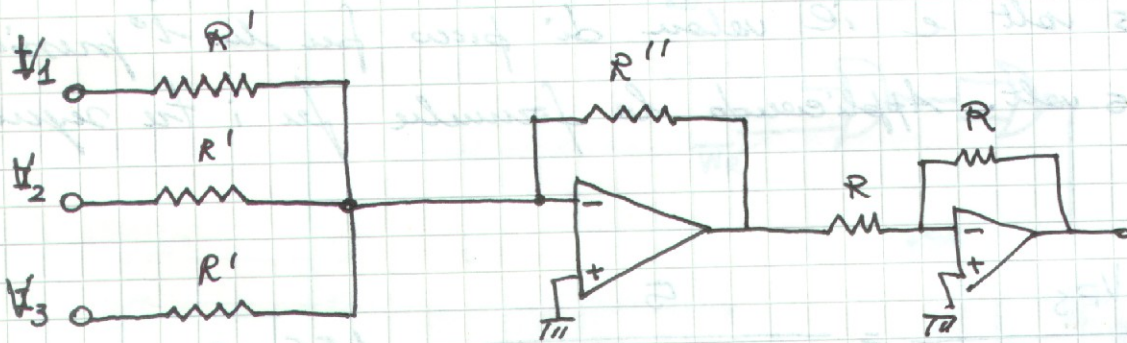
$$\text{Posto } V_R = 12 \text{ volt} \quad R_1 = \frac{12}{13 \times 10^{-3}} = 923 \Omega$$

$$P_{max} \rightarrow I_{3MAX} = 17 \text{ mA} \rightarrow V_0 = 5 \text{ I}_2 = I_3 + I_R = 17 + 13 = 30 \text{ mA}$$

$$V_0 = R_2 I_2 \rightarrow R_2 = \frac{5}{30 \times 10^{-3}} \approx 166 \Omega$$

Si usa la solita combinazione di resistenze fisse e potenziometri per ricavare questi valori.

Per effettuare la media hardware occorre un circuito sommatore



Il primo stadio è un sommatore con funzione di trasferimento

$$V_0 = - \frac{R''}{R'} (V_1 + V_2 + V_3)$$

Basterebbe allora che $\frac{R''}{R'} = \frac{1}{3}$, ad esempio $R' = 30 \text{ k}\Omega$, $R'' = 10 \text{ k}\Omega$

Lo stadio successivo serve solo ad invertire nuovamente la tensione $V_0 = - \frac{R}{R} V_i = -V_i$. Possiamo porre $R = 10 \text{ k}\Omega$.

2. SAMPLE & HOLD

La valutazione sulla necessità di un sample & hold si riduce a valutare se la variazione del segnale da convertire nel periodo di conversione sia inferiore all'errore di quantizzazione intrinseco del convertitore. Deve essere rispettata la formula

Usando un convertitore Ferranti ZN42F il tempo di conversione è pari a 8 cicli di clock. Se la frequenza del clock della scheda è 2,5 MHz e si divide per 4, il Ferranti fuoriesce alimentato con un clock da 625 kHz per cui $T = 1,6 \mu s$, allora

$$t_c = 8 \times 1,6 = 12,8 \mu s.$$

Per la 3ª pressione abbiamo un valore di picco di 5 atmosfere che è diventato un valore di picco di $\frac{5}{2} = 2,5$ volt, analogamente avremo che il valore di picco per la 2ª pressione sarà $\frac{1}{2} = 0,5$ volt e il valore di picco per la 1ª pressione sarà $\frac{0,5}{2} = 0,25$ volt. Applicando le formule per i tre segnali abbiamo

$$\frac{V_{FS}}{2\pi f_1 V_{p1} 2^n} = \frac{5}{\cancel{50} \times 0,25 \times 256} = 1,56 \text{ ms}$$

$$\frac{V_{FS}}{2\pi f_2 V_{p2} 2^n} = \frac{5}{25000 \times 0,5 \times 256} = 1,56 \mu s$$

$$\frac{V_{FS}}{2\pi f_3 V_{p3} 2^n} = \frac{5}{500 \times 2,5 \times 256} = 15,6 \mu s$$

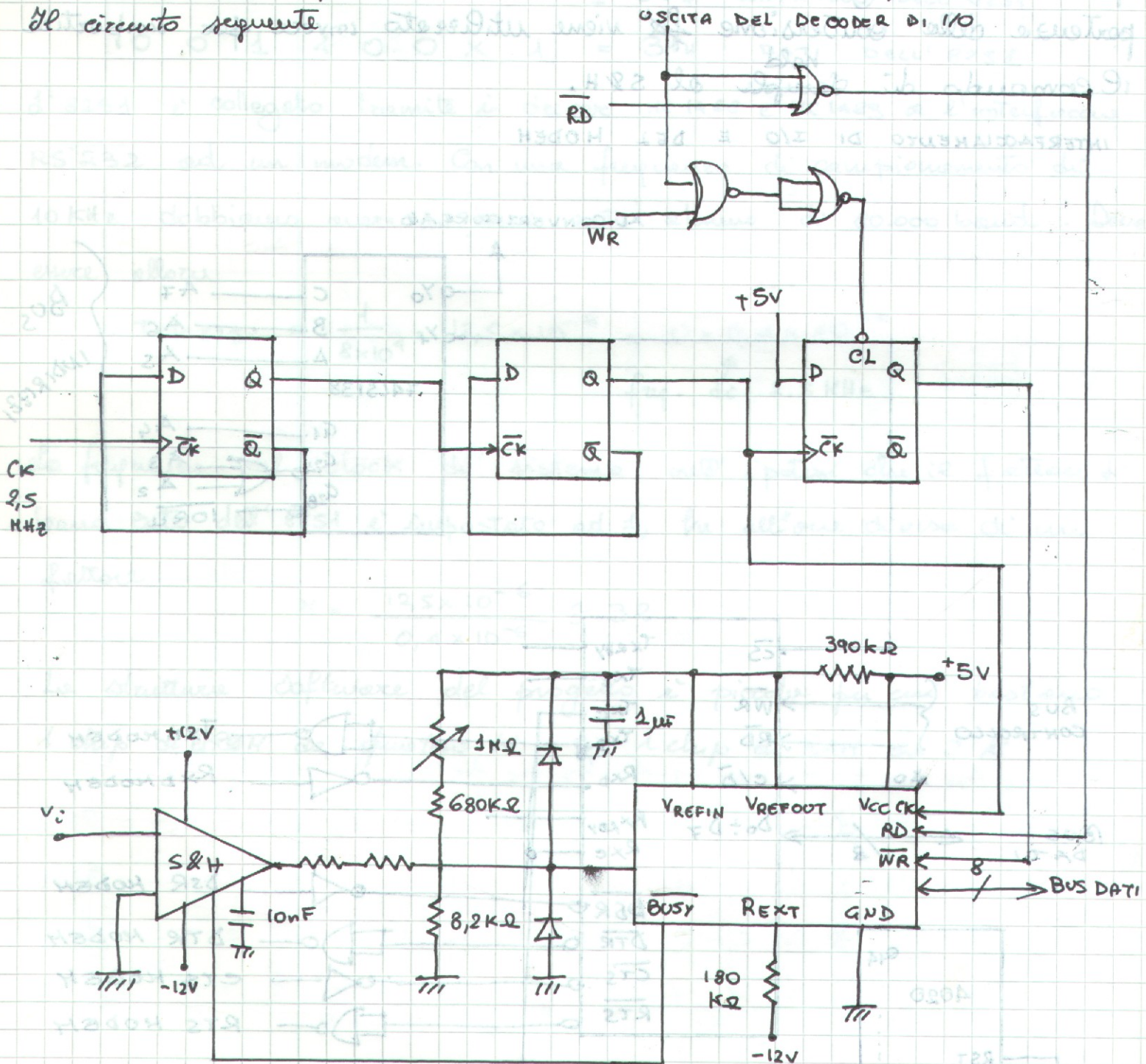
A causa della sua alta frequenza il 2° segnale ~~verrebbe~~ verrebbe convertito con un errore eccessivo. È quindi la necessità di un sample & hold.

Il teorema di Shannon afferma inoltre che, per avere un esatto campionamento, la frequenza di campionamento deve essere superiore al doppio della frequenza

$$f_c \geq 2 f_{max} = 2 \times \frac{25.000}{24} \approx$$

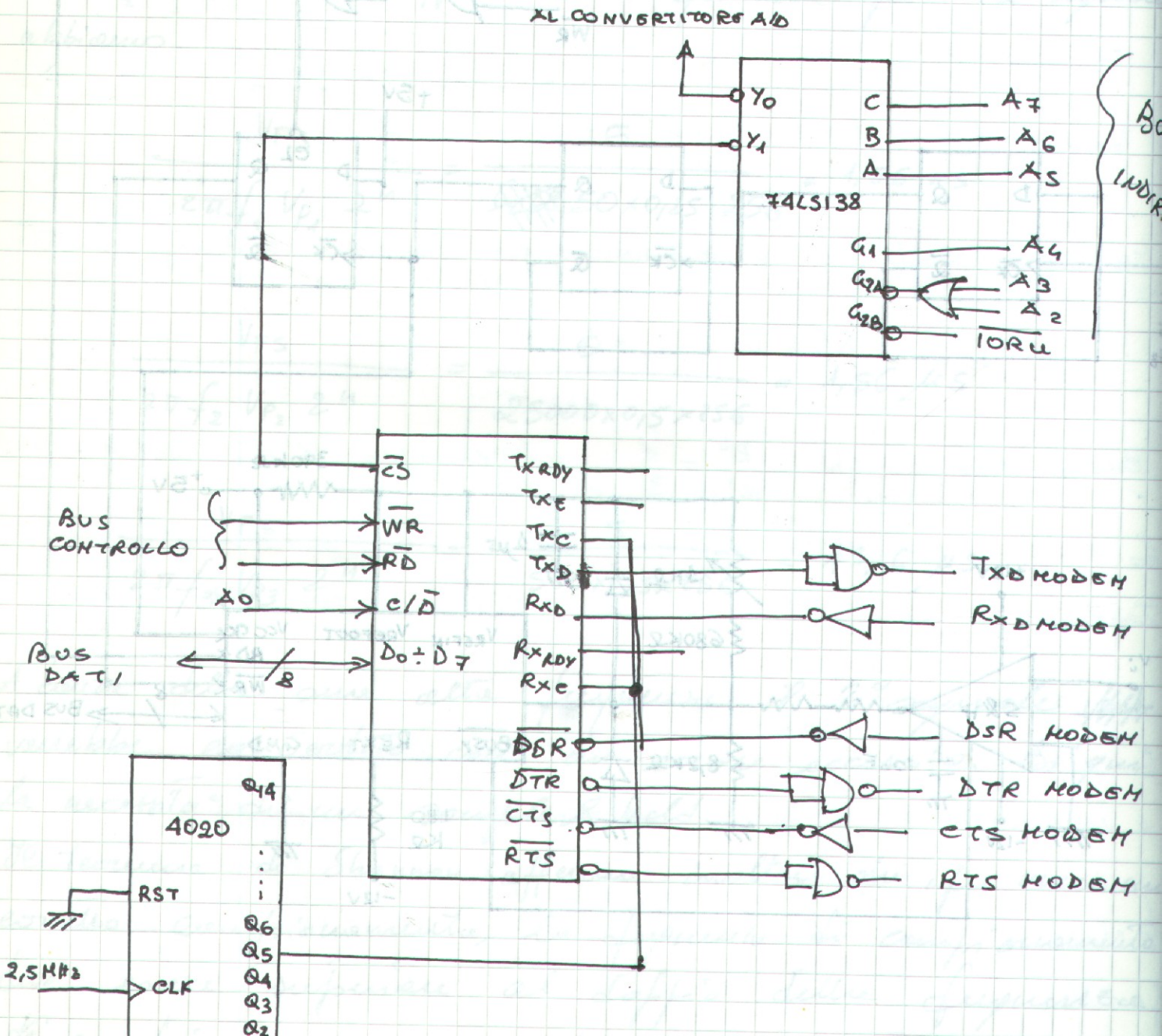
$$f_c \geq 7961$$

si può fornire una frequenza di campionamento di 10 kHz con periodo di campionamento di 100 μs.
 Il circuito seguente



rappresentato il completo interfacciamento tra S&H e A/D. I primi due flip-flop rappresentano il divisore di frequenza per 4 (ricordi bene che il 70000 accetta una frequenza max di 900kHz). Il terzo flip flop fa in modo che il segnale di \overline{WR} sia sincronizzato con il clock da come richiesto dalle specifiche di temporizzazione di questo A/D. Il segnale \overline{BUSY} dell'A/D che va basso all momento dell partenza della conversione ~~fa~~ viene utilizzato invece per impartire il comando di ^{hold} sample al S&H.

INTERFACCIAIMENTO DI I/O E DEL MODEM



Il decoder di I/O deve pilotare soltanto l'A/D e l'USART per le
 quale scegliamo l'8251. L'uscita Y_0 si collega alla porta WR che
 controllano il RD e \overline{WR} del Ferranti; mentre Y_1 controlla il CS dell'8251

A_7 A_6 A_5 A_4 A_3 A_2 A_1 A_0

0 0 0 1 0 0 X X = 10H INDIRIZZO DELL'A/D

0 0 1 1 0 0 X 0 = 30H CONTROLLO DELL'8251

0 0 1 1 0 0 X 1 = 31H DATI DELL'8251

L'8251 è collegato tramite i driver MC1488 e MC1489 a l'interfaccia
 RS232 ad un modem. Con una frequenza di campionamento di
 10 KHz dobbiamo avere un baud rate almeno di 80.000 baud. Deve
 essere allora

$$T_{CK8251} = \frac{1}{8 \times 10^4} = 12,5 \times 10^{-6} = N \times 0,4 \times 10^{-6}$$

freq. di \uparrow 2.5 KHz

La frequenza del clock di sistema, nell'ipotesi che il fattore di
 baud rate dell'8251 è impostato ad 1, ha allora diverse di un
 fattore

$$N = \frac{12,5 \times 10^{-6}}{0,4 \times 10^{-6}} \approx 32$$

La struttura software del progetto è piccola per cui bastano
 1 chip di EPROM da quattro K e 1 chip di RAM da 2 K

il decoder di I/O deve pilotare soltanto l'A/D e l'USART per le
 quelle scegliamo l'8251. L'uscita Y_0 si collega alla porta XOR che
 controllano il RD e \overline{WR} del convertitore mentre Y_1 controlla il CS dell'8251

A_7 A_6 A_5 A_4 A_3 A_2 A_1 A_0

0 0 0 1 0 0 X X = 10H INDIRIZZO DELL'A/D

0 0 1 1 0 0 X 0 = 30H CONTROLLO DELL'8251

0 0 1 1 0 0 X 1 = 31H DATI DELL'8251

l'8251 è collegato tramite i driver MC1488 e MC1489 a l'interfaccia
 RS232 ad un modem. Con una frequenza di campionamento di
 10 KHz dobbiamo avere un baud rate almeno di 80.000 baud. Deve
 essere allora

$$T_{CK8251} = \frac{1}{8 \times 10^4} = 12,5 \times 10^{-6} = N \times 0,4 \times 10^{-6}$$

freq. di 2.5 KHz

La frequenza del clock di sistema, nell'ipotesi che il fattore di
 baud rate dell'8251 è impostato ad 1, ha allora diverse di un
 fattore

$$N = \frac{12,5 \times 10^{-6}}{0,4 \times 10^{-6}} \approx 32$$

La struttura software del progetto è piccola per cui bastano
 1 chip di EPROM da quattro K e 1 chip di RAM da 2 K

Il programma è molto semplice

ORG 0000

LDA, 7EH ; programmazione dell'8251 con 1 bit di
OUT(30H), A ; stop ($D_7 D_6 = 01$), parità pari abilitata ($D_5 D_4 = 11$)
; dati ad 8 bit ($D_3 D_2 = 11$), funzione di
; prescaling 1 ($D_1 D_0 = 00$)

LDA, 01H ; parola di modo dell'8251

OUT(30H), A ; per porlo come trasmettitore

INDI OUT(10H), A ; scritte fittizie all'inizio dell'AS
; per far partire la conversione

CALL DELAY ; aspetta 12 μ s perché termini la conversione

CALL SEND ; invia il dato all'8251

JP INDIR