

IL PIU' SEMPLICE ED ECONOMICO MODULO DI ACQUISIZIONE DATI CONTROLLATO DA PC

Flavio Falcinelli

(articolo pubblicato sul numero 171 di ELETTRONICA FLASH – Aprile 1998)

Nell'articolo viene proposto un modulo per l'acquisizione di tensioni analogiche controllato dalla porta parallela del computer veramente ridotto all'osso ed economico, composto solamente da 5 componenti, escluso un ritaglio di basetta millefori per prototipi dalle dimensioni microscopiche: un convertitore analogico-digitale ad 8 bits ADC0831, un condensatore, un trimmer, un connettore maschio a vaschetta DB25 poli con relativa copertura in plastica ed un connettore BNC da pannello.

Vi propongo un semplicissimo quanto efficace sistema di acquisizione dati controllato da PC, originariamente sviluppato per essere accoppiato al ricevitore radioastronomico in banda TV con lo scopo di acquisire, visualizzare e registrare i campioni che descrivono l'evoluzione nel tempo del segnale rivelato. In realtà, come é facile immaginare, il circuito é utilizzabile come data-logger in uno spettro di applicazioni veramente ampio, ovunque ci sia la necessità di acquisire, tramite la porta parallela del computer, delle tensioni provenienti da sensori esterni (ad esempio misure di temperatura, di pressioni, di luminosità ed altro) o da processi evoluti. I pregi salienti del nostro dispositivo, che lo rendono sicuramente appetibile a qualsiasi sperimentatore elettronico anche in erba, risiedono nelle sue caratteristiche fondamentali già annunciate nel sottotitolo: é piccolissimo, utilizza un solo circuito integrato ad 8 pin (il noto convertitore analogico-digitale con uscita seriale ADC0831), un condensatore ed un trimmer multigiri, si costruisce in pochissimo tempo, costa poco e funziona molto bene. Il circuito integrato, insieme al suo zoccolo e ai due componenti esterni, può essere montato su un microscopico ritaglio di basetta millefori alloggiando il tutto all'interno della stessa calotta plastica che riveste il connettore a vaschetta DB25 poli necessaria per il collegamento alla porta parallela del PC. Inoltre, in virtù del suo ridotto consumo di corrente, il modulo di acquisizione preleva la tensione di alimentazione direttamente dal computer: questa caratteristica lo rende particolarmente indicato nell'acquisizione dei dati tramite computer portatili, consentendo quindi di effettuare e registrare misure di tensione direttamente "sul campo".

In queste note è anche riportato e commentato il listato software di base (realizzato in QBASIC) che consente la corretta gestione ed illustra le modalità di pilotaggio del chip ADC così configurato, costituendo un valido punto di partenza per eventuali sviluppi personalizzati assai più sofisticati di quello proposto ed adatti a risolvere le più svariate esigenze applicative. Il circuito originale é stato presentato come idea di progetto nella rivista americana Electronic Design [1]: l'articolo ha immediatamente catturato la mia attenzione per le sue indiscusse doti di compattezza e semplicità realizzativa. Essendo costantemente alla ricerca di moduli di acquisizione semplici, economici e compatti, facilmente programmabili e trasportabili da associare ai miei ricevitori per radioastronomia, ho provveduto immediatamente a verificare le prestazioni di questo data-logger costruendo e mettendo in funzione diversi esemplari, destinati a differenti applicazioni ed operanti in diversi ambienti di lavoro, nella versione originale (hardware e software) e nella versione leggermente modificata qui proposta, prestazioni che si sono rivelate interessanti. Con lo scopo di migliorarne e specializzarne le funzioni (in particolare quelle software relative alla rappresentazione grafica dell'evoluzione del segnale analogico d'ingresso e alla registrazione dei suoi campioni), ho provveduto ad effettuare alcune

inessenziali modifiche sul circuito e più sostanziali modifiche nel programma: ne è scaturito l'oggetto che si vede nelle foto, il cui schema elettrico con relativa distinta componenti è mostrato nella fig. 1.

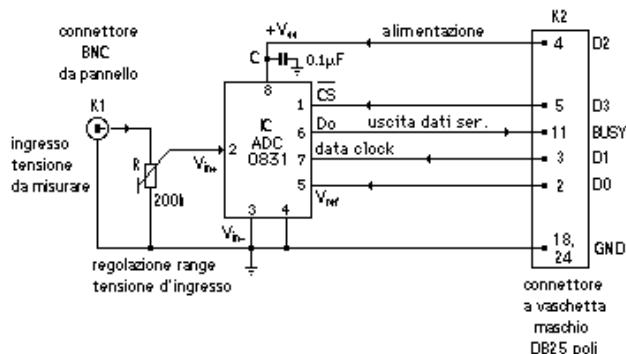


Fig. 1: Schema elettrico interfaccia ADC via porta parallela.

ELENCO COMPONENTI

R	=	trimmer multigiri (orizzontale) da 20 KΩ
C	=	0.1 µF - 63 V, poliestere
IC	=	ADC0831 (con zoccolo 8 pins)
K1	=	connettore BNC da pannello
K2	=	connettore a vaschetta maschio DB25 poli con relativa custodia in plastica.

Tab. 1

Come si vede dallo schema elettrico, il modulo di acquisizione è costruito attorno al circuito integrato ADC0831, un convertitore analogico-digitale ad 8 bit (256 livelli di quantizzazione) con uscita seriale, direttamente alimentato e controllato dalla porta parallela del computer. Per la presenza del trimmer multigiri R, che fraziona la tensione analogica d'ingresso da convertire, è possibile adattare il circuito all'acquisizione di un vasto intervallo di tensioni, fino ad un valore massimo di 50 Vdc. Non è prevista alcuna protezione dell'ADC per tensioni superiori o per accidentali inversioni di polarità. Il circuito è controllato dal programma QBASIC riportato in allegato e può essere fatto girare senza alcuna difficoltà su qualsiasi computer, dai vecchi 8088 fino ai moderni PC equipaggiati con i veloci processori Pentium: l'importante è che la macchina sia gestita dal sistema operativo DOS e sia dotata dell'interfaccia in grado di pilotare la porta parallela secondo lo standard PC IBM compatibile. La velocità di elaborazione del processore influenzerà ovviamente la corrispondente velocità di acquisizione dei campioni e la loro visualizzazione sul monitor. Nella seguente tabella sono riportate, per comodità del lettore, le corrispondenze di collegamento fra i pin dell'ADC0831 e quelli del connettore a vaschetta maschio DB25 poli necessario per collegarsi alla porta parallela di qualsiasi computer IBM compatibile.

TABELLA di COLLEGAMENTO dell'ADC0831

• pin 1	(-CS):	collegato al pin 5 (D3) della porta parallela
• pin 3	(Vin-):	collegato al pin 18 e 24 (GND) della porta parallela
• pin 4	(GND):	collegato al pin 18 e 24 (GND) della porta parallela
• pin 5	(Vref):	collegato al pin 2 (D0) della porta parallela
• pin 6	(Data Out):	collegato al pin 11 (BUSY) della porta parallela
• pin 7	(Data Clock):	collegato al pin 3 (D1) della porta parallela
• pin 8	(+Vcc):	collegato al pin 4 (D2) della porta parallela

Tab. 2

La porta parallela LPT1 provvede, sotto il controllo del software, a fornire tutti i segnali necessari per il corretto funzionamento del chip: per chi desiderasse approfondire l'argomento (e comprendere più agevolmente le righe di comando della routine di acquisizione) nella Tab. 3 è mostrato come il programma istruisce il chip (fornendo la corretta sequenza di valori binari ai terminali D0, D1, D2 e D3 della porta parallela) per eseguire le necessarie operazioni di conversione analogico-digitale del segnale disponibile all'ingresso. Si noti come il bit D2 sia sempre alto (nominalmente a +5 Vcc) quando il chip é abilitato, dato che si tratta della linea di alimentazione da cui il circuito integrato preleva la corrente necessaria per il suo funzionamento. La tensione analogica da convertire si presenta ai capi del trimmer R, un divisore di tensione che deve essere tarato per fornire una tensione massima di +5 V al pin d'ingresso 2 dell'ADC, quando ai capi del connettore BNC si localizza la massima tensione analogica da acquisire. Stante la semplicità del circuito, non é prevista alcuna precauzione contro le inversioni di polarità della tensione di ingresso. E' bene a tale proposito osservare che:

- 1) dato che l'alimentazione del modulo viene prelevata direttamente dalla porta parallela del PC (bit D2), questa periferica deve essere in grado di fornire una corrente pari a 2.5 mA a +5 Vdc. Eventuali piccole cadute di tensione che si possono registrare sul pin 8 dell'ADC non danneggiano la porta LPT1 e non alterano il funzionamento del modulo;
- 2) un'inversione di polarità della tensione ai capi del connettore BNC di ingresso può danneggiare il dispositivo: usare cautela quando si collegano al modulo sorgenti di tensione esterne;
- 3) se la tensione che giunge al pin 2 dell'ADC0831 supera la tensione di alimentazione +Vcc dello stesso (quella al pin 8) si può verificare un danneggiamento del dispositivo.

TABELLA COMANDI per l'ADC0831					
<u>bit della porta parallela</u>				<u>D0</u>	<u>operazione svolta dall'ADC</u>
D3	D2	D1	D0		
0	0	0	0		chip spento (non alimentato)
0	1	0	0		viene abilitato il chip
0	1	0	1		data clock basso
0	1	1	1		data clock alto
1	1	0	1		viene disabilitato il chip

Tab. 3

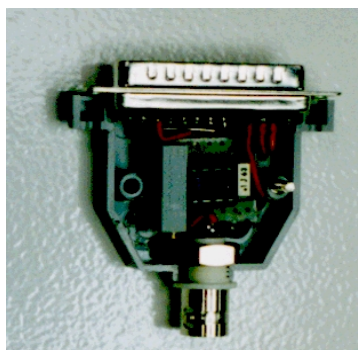
Fornite queste indispensabili raccomandazioni, passiamo a descrivere i particolari costruttivi dell'oggetto. Osservando le foto si può vedere come il sottoscritto sia riuscito a sistemare il tutto, senza cimentarsi in rocambolesche acrobazie, all'interno della stessa custodia plastica fornita assieme ai connettori a vaschetta DB25 poli. Per prima cosa occorre ritagliare uno spezzone di basetta millefori con dimensioni appena più grandi di quelle necessarie per l'alloggiamento del circuito integrato. Sulla basetta verrà saldato, in posizione centrale, lo zoccolo ad 8 pins per IC, il condensatore C ed il trimmer multigiri R a regolazione orizzontale (quelli verticali creano problemi per la successiva chiusura della custodia plastica). Dopo aver effettuato con attenzione tutti i collegamenti fra l'ADC0831 ed il connettore DB25 (K2 nello schema di fig. 1), occorre procurarsi un connettore BNC da pannello e posizionarlo in corrispondenza del foro presente sulla copertura in plastica, quello che viene normalmente utilizzato per il passacavo (vedi foto allegata). Nella maggioranza dei casi sarà necessario eliminare con le tronchesine le guide interne che vengono utilizzate per tenere in posizione il fermacavo all'interno del guscio: questa operazione si rende necessaria per consentire un comodo alloggiamento della basetta e del connettore BNC. Se reperibile, consiglio inoltre di utilizzare un connettore BNC con la filettatura in plastica: é sufficiente fissare, con una goccia di Attak, la filettatura del BNC sull'alloggiamento del passacavo di un semiguscio della calotta di copertura (del connettore DB25), avendo l'accortezza di posizionare anche il relativo dado di fissaggio del BNC senza serrarlo eccessivamente. In questo modo si potranno agevolmente

eseguire i rimanenti collegamenti con il chip ADC per poi chiudere e fissare l'altro semiguscio a lavoro concluso. Un'attenta osservazione delle foto vale più di mille parole.

Passando a commentare brevemente il software proposto, si nota come questo sia stato scritto per fornire una schermata, in modalità grafica, che visualizza sul monitor a colori l'andamento del segnale acquisito in funzione del tempo. Per ottimizzare l'acquisizione in funzione delle caratteristiche di variabilità del segnale di ingresso è possibile impostare il valore del numero di campioni sul quale il programma effettua la media: questa opzione è particolarmente utile sia nel caso in cui si desideri migliorare il rapporto segnale/rumore di tensioni analogiche provenienti da ambienti (sensori o dispositivi) particolarmente rumorosi, affetti da variabilità e/o instabilità intrinseche che mascherano il valore "vero" della grandezza acquisita, sia nel caso in cui il segnale d'ingresso manifesti evoluzioni temporali molto lente (ad esempio registrazioni di temperature giornaliere, del segnale rivelato in uscita ai ricevitori radioastronomici, registrazioni dei segnali provenienti da centraline meteorologiche, ed altro). In questi casi, impostando un opportuno valore per la costante di integrazione (numero dei campioni sui quali si effettua la media), si ottimizza la precisione della rappresentazione a scapito della velocità di acquisizione dei dati. Contemporaneamente all'evoluzione temporale del segnale d'ingresso, sono visualizzati il valore in volt della tensione acquisita, il numero della schermata, la data, l'ora di inizio e di fine schermata, oltre ad una griglia sulla finestra grafica (con i rispettivi valori in ordinate della tensione) utile per apprezzare a colpo d'occhio il livello del segnale d'ingresso. Appena avviato il programma (tasto Maiusc + F5) viene chiesto di fornire alcuni dati in input: se si desidera leggere (quindi visualizzare) eventuali file precedentemente registrati (occorre quindi digitarne il nome), il valore opportuno per la costante di integrazione e se si desidera registrare le schermate (fino a 10): in quest'ultimo caso viene chiesto il nome-base da assegnare ai file che saranno registrati (il programma li differenzierà aggiungendo in coda al nome le cifre da 0 a 9). E' possibile uscire in qualsiasi momento dalla fase di acquisizione premendo il tasto Esc. Come è stato detto, il software proposto è assolutamente semplificato, anche se immediatamente utilizzabile e abbastanza gradevole. Esso rappresenta il nucleo di base sul quale dei volenterosi programmatori potranno agevolmente sbizzarrirsi nel progettare soluzioni personalizzate assai più sofisticate. Non inorridiscano gli esperti programmatori nel riscontrare eventuali ingenuità sul listato presentato in queste pagine!

Due parole conclusive sulla taratura del modulo: una volta avviato il programma è necessario applicare una tensione continua di valore noto con sufficiente precisione (è opportuno effettuare una verifica con un affidabile multimetro digitale) e regolare il trimmer R finché il valore visualizzato sul monitor del PC non coincide con quello della tensione-campione. In campione visibile nelle foto è stato calibrato in modo da visualizzare un segnale di tensione massima pari a +5 V, con risoluzione pari a 19.6 mV.

Per qualsiasi chiarimento circa il funzionamento e la costruzione del modulo proposto, l'autore resta a disposizione dei lettori tramite la redazione.



Vista interna del modulo di acquisizione dati.

Bibliografia:

- [1] B. Voss: "PC-Controlled ADC", Electronic Design (rubr.: " ideas for design"), 18 Novembre 1996

```

'-----
' Programma per la gestione di un sistema di acquisizione dati ad 8 bit
' che utilizza l'ADC0831 tramite la porta parallela.
' By Flavio Falcinelli - Giugno 1997
'-----

x% = 15                'Offset grafico per le ascisse
DIM Vmedio(650)
scherm% = 1
car% = 47
'-----

CLS : BEEP
LOCATE 1, 10
PRINT "Programma di acquisizione dati tramite porta parallela"
LOCATE 2, 22
PRINT "utilizzante un chip ADC0831"
LOCATE 4, 19
PRINT "by Flavio Falcinelli - Giugno 1997"
LOCATE 12, 3
INPUT "Desideri leggere e visualizzare un file di dati su disco (S=si N=no) "; a$
s% = 0
IF (a$ = "S") OR (a$ = "s") THEN GOSUB 68: s% = 1: GOTO 5
'-----

2   CLS : LOCATE 5, 3
    data$ = DATE$
    LOCATE 6, 3
    PRINT "Accertati di aver collegato l'interfaccia ADC."
    LOCATE 10, 3
    INPUT "Scegli il numero di campioni da mediare (max. 32000): Ncamp = "; N
    IF N = 0 THEN Ncamp% = 1
    IF N > 32000 THEN Ncamp% = 32000
    IF N <= 32000 THEN Ncamp% = N
    LOCATE 11, 57: PRINT "Ncamp = "; Ncamp%
    Nmedia% = Ncamp%
'-----

flag% = 0: LOCATE 13, 3
INPUT "Vuoi salvare su un file i dati del valore medio (S=si N=no) "; c$

IF (c$ = "S") OR (c$ = "s") THEN
    flag% = 1: LOCATE 15, 25: INPUT "Nome del file di dati: "; nome$

tempoin$ = TIME$
tempofin$ = TIME$
'-----

' Finestra principale di visualizzazione dei dati
'-----

5   CLS : SCREEN 9
    COLOR 14, 11
    LOCATE 25, 1: PRINT "0"
    LOCATE 22, 1: PRINT "1"
    LOCATE 19, 1: PRINT "2"
    LOCATE 17, 1: PRINT "3"
    LOCATE 14, 1: PRINT "4"
    LOCATE 11, 1: PRINT "5"
    LOCATE 10, 74: PRINT "tempo"
    LOCATE 1, 15: PRINT "CONVERTITORE ANALOGICO-DIGITALE controllato da PC"

```

```

IF s% = 0 THEN LOCATE 6, 20: PRINT "Valore della tensione letta ="
LOCATE 10, 4: PRINT "<Esc> per uscire"
LOCATE 9, 4: PRINT "schermata n."; scherm%
LOCATE 10, 36: PRINT "Ncamp ="; Ncamp%
LOCATE 2, 20: PRINT "Ora locale inizio osservazione: "; tempoin$
LOCATE 3, 20: PRINT "Ora locale fine osservazione: "; tempofin$
LOCATE 9, 69: PRINT data$
LINE (16, 144)-(630, 344), 15, BF
LINE (15, 143)-(631, 345), 8, B

```

```

FOR i% = 144 TO 344 STEP 20
    LINE (16, i%)-(630, i%), 12, , &H1111
NEXT i%
FOR j% = 16 TO 616 STEP 20
    LINE (j%, 144)-(j%, 344), 12, , &H1111
NEXT j%

```

```

IF s% = 1 THEN GOTO 70

```

```

' PROGRAMMA PRINCIPALE

```

```

addout% = &H3BC          'indirizzo della porta parallela LPT1
addin% = addout% + 1

```

```

DO

```

```

    somma& = 0

```

```

    FOR j% = 1 TO Nmedia%
        IF INKEY$ = CHR$(27) THEN OUT addout%, 0: END
        REDIM bitin%(8)
        word% = 0
        OUT addout%, 5          'indirizza l'ADC0831
        OUT addout%, 7          'inizia la conversione A/D
        OUT addout%, 5
        FOR a% = 7 TO 0 STEP -1 'acquisisce una parola ad 8 bit
            OUT addout%, 7
            OUT addout%, 5
            bitin%(a%) = INP(addin%)
        NEXT a%
        OUT addout%, 13         'deseleziona l'ADC0831
    
```

```

    ' Ricostruzione della parola ad 8 bit
    ' (l'ADC0831 trasmette per primo l'MSB)
    FOR r% = 7 TO 0 STEP -1
        IF bitin%(r%) < 128 THEN word% = word% + (2 ^ r%)
    NEXT r%

```

```

    somma& = word% + somma&

```

```

NEXT j%

```

```

media = somma& / Nmedia%
volt = 5 * media / 255      'calcola la tensione letta
Vmedio(x%) = volt
V2% = 344 - 40 * volt
IF x% = 15 THEN V1% = V2%
x% = x% + 1

```

```
LINE (x% - 1, V1%)-(x%, V2%), 1
V1% = V2%
LOCATE 6, 50: PRINT USING "##.##"; volt; : PRINT " V";
```

```
LOOP WHILE x% < 631
```

```
x% = 15
scherm% = scherm% + 1
data$ = DATE$
tempoin$ = tempofin$
tempofin$ = TIME$
IF flag% = 1 THEN car% = car% + 1: GOSUB 65
GOTO 5
```

```
'-----
' ROUTINE salvataggio dati su disco
'-----
```

```
65   IF car% > 57 THEN RETURN
      OPEN nome$ + CHR$(car%) FOR OUTPUT AS #2
      PRINT #2, nome$ + CHR$(car%)
      PRINT #2, data$
      PRINT #2, Ncamp%
      PRINT #2, tempoin$
      PRINT #2, tempofin$
      FOR i% = 16 TO 630: PRINT #2, Vmedio(i%): NEXT i%
      CLOSE #2: RETURN
```

```
'-----
' ROUTINE lettura dati su disco
'-----
```

```
68   LOCATE 15, 25: INPUT "Nome del file di dati: "; nomefile$
      ON ERROR GOTO 200
      OPEN nomefile$ FOR INPUT AS #1
      INPUT #1, nomefile$
      INPUT #1, data$
      INPUT #1, Ncamp%
      INPUT #1, tempoin$
      INPUT #1, tempofin$
      FOR i% = 16 TO 630: INPUT #1, Vmedio(i%): NEXT i%
      CLOSE #1: RETURN
70   LOCATE 8, 73: PRINT nomefile$
      FOR x% = 16 TO 630
      LINE (x% - 1, 344 - 40 * Vmedio(x% - 1))-(x%, 344 - 40 * Vmedio(x%)), 1
      NEXT x%
      GOTO 80
200  BEEP: CLS : LOCATE 5, 30: PRINT "File non trovato!":
      SLEEP 2: RESUME 80
```

```
'-----
80   LOCATE 5, 2: PRINT "Scegli le seguenti opzioni:"
      LOCATE 5, 30: PRINT " 1) lettura e visualizzazione di altri dati"
      LOCATE 6, 30: PRINT " 2) acquisizione dati da interfaccia"
      LOCATE 7, 30: PRINT " 3) FINE LAVORO"
85   LOCATE 7, 50: INPUT B$
      IF B$ = "1" THEN s% = 1: CLS : GOSUB 68: GOTO 5
      IF B$ = "2" THEN s% = 0: scherm% = 1: x% = 15: GOTO 2
      IF B$ = "3" THEN END
      GOTO 85
```