



Facoltà di Ingegneria
Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni

Introduzione alle misure con moduli multifunzione (DAQ)

Ing. Andrea Zanobini - Maggio 2012

Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni

Contenuti:

Parte Introduttiva: misure con DAQ

1. Sistemi automatici di misura
2. Acquisizione automatica della misura
3. Tipiche misure con DAQ o strumenti interconnessi

1. Sistemi automatici di misura

Prevedono che la supervisione della misura sia affidata ad un unità logica intelligente, quindi l'intervento dell'operatore umano si ha soltanto in fase di progettazione e di realizzazione della catena di misura.

- La misurazione avviene in maniera automatica, con tutti i vantaggi che ne conseguono, possibilità di provvedere ad un elevato numero di ripetizioni, flessibilità, velocità, affidabilità

- Un sistema automatico di misura può essere realizzato essenzialmente seguendo due approcci diversi:

- Strumenti dedicati

- Sistemi di acquisizione dati

Strumenti dedicati

Utilizzano una serie di strumenti dedicati ed affidano all'unità intelligente (PC) soltanto il compito di gestione degli stessi e di raccolta dei risultati (ed eventualmente semplici compiti di post- elaborazione).

Componenti del sistema sono tipicamente:

- Strumenti dedicati (NI: 2200 drivers per 150 case)
- Interfacce standard (GPIB, RS232,...)
- Software di gestione delle interfacce
- Software di gestione degli strumenti

Sistemi di acquisizione dati

Utilizzano un sistema di acquisizione dati *general-purpose* in grado di campionare una serie di segnali e da essi ricavare attraverso elaborazioni affidate all'unità intelligente i parametri oggetto della misura.

Componenti del sistema sono tipicamente:

- sistema di condizionamento e schede di acquisizione che contengono interfacce standard
- software di gestione delle interfacce
- software di elaborazione e visualizzazione dati.

Esempio per capire

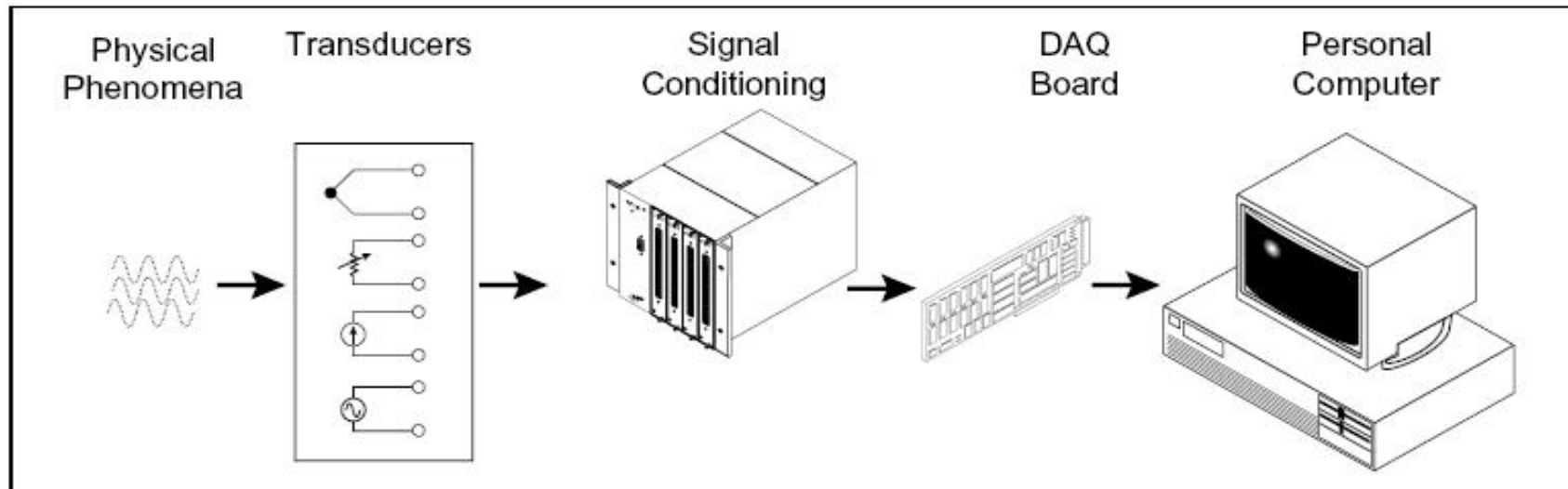
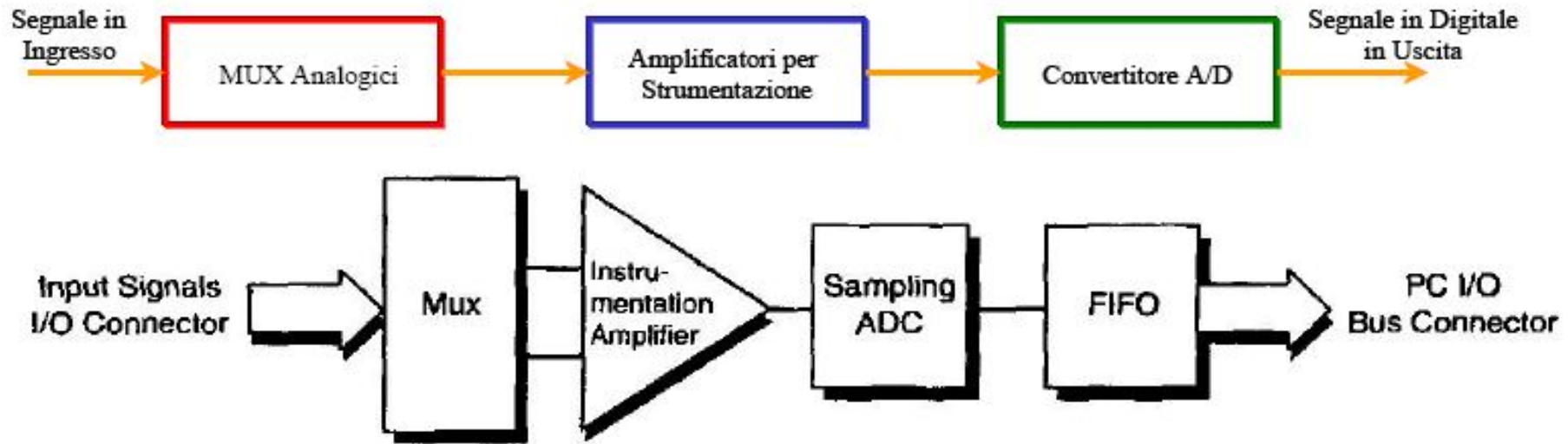
Sistema di misura automatico della potenza per un segnale in AC

- Nel primo caso si ottiene un sistema automatico di misura interfacciando un Wattmetro numerico ad un PC tramite un interfaccia standard.
- Nel secondo caso invece, si ottiene una stima della potenza elaborando i campionamenti della tensione e della corrente (opportunamente trasdotta) acquisiti ad esempio con una scheda di acquisizione *general purpose plug & play*.

Caratteristiche dei due tipi

- I sistemi del primo tipo sono meno flessibili, possono raggiungere prestazioni più spinte (sono dedicati), e sono generalmente più costosi. Lo sviluppo della catena automatica di misura è in genere molto semplice, si tratta di sviluppare un software che effettui le operazioni di regolazione degli strumenti, ed attualmente esistono molti applicativi che rendono standard e facili queste operazioni.
- I sistemi del secondo tipo hanno un costo di sviluppo maggiore (anche temporale), ma sono più flessibili e utilizzano hardware a costo contenuto.

2. Acquisizione automatica della misura (II tipo)



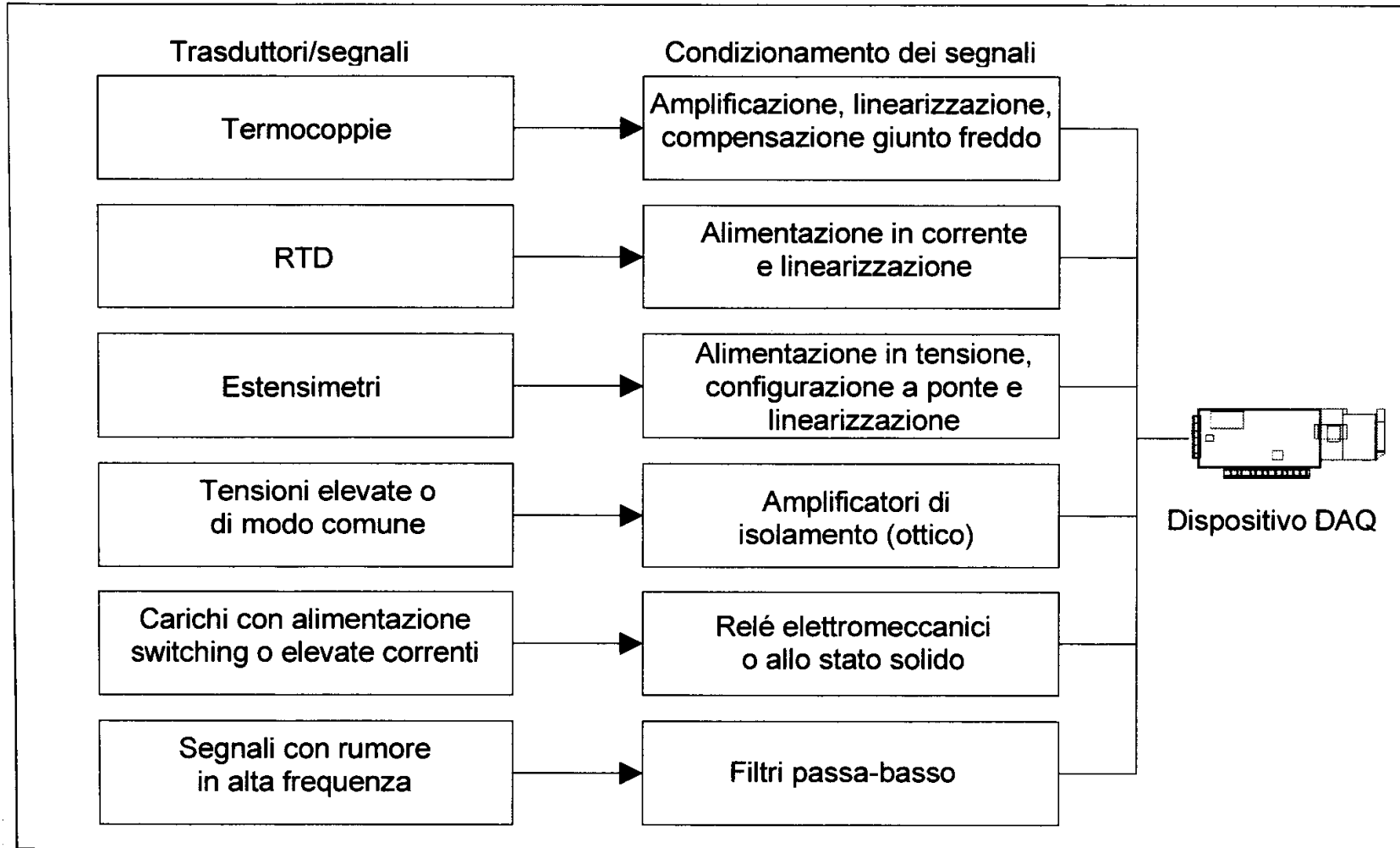
Definizione:

- ✓ L'acquisizione dei segnali è il processo di conversione dei fenomeni fisici in dati utilizzabili dal computer.
- ✓ I trasduttori convertiranno un fenomeno fisico in uno elettrico per misurare temperatura, forza suono, luce...

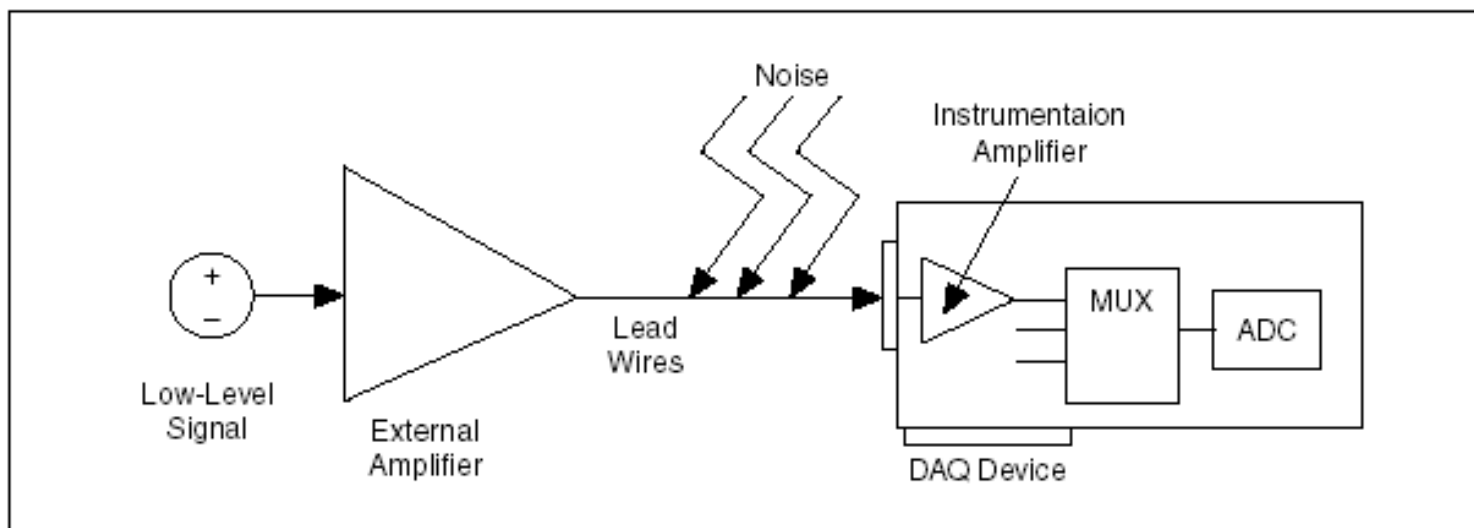
Caratteristiche essenziali di una scheda DAQ

- numero di canali di ingresso analogici;
- velocità di campionamento espressa in campioni al secondo (S/s);
- risoluzione ADC, ovvero numero di bit;
- numero di linee digitali I/O e *timer*;
- numero di uscite analogiche.

Signal Conditioning



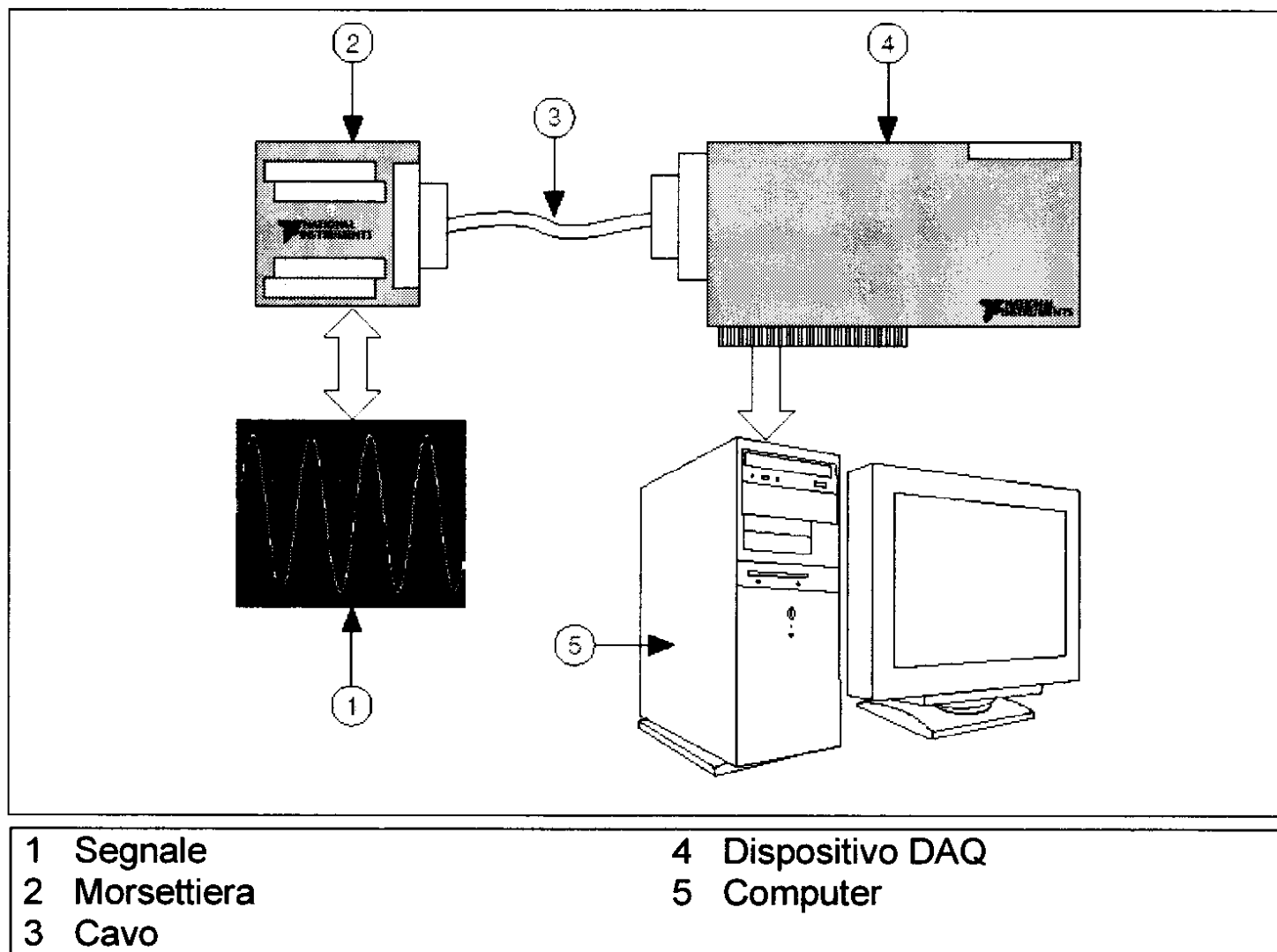
Amplificazione e rumore



Ci sono diversi modi per ridurre il rumore:

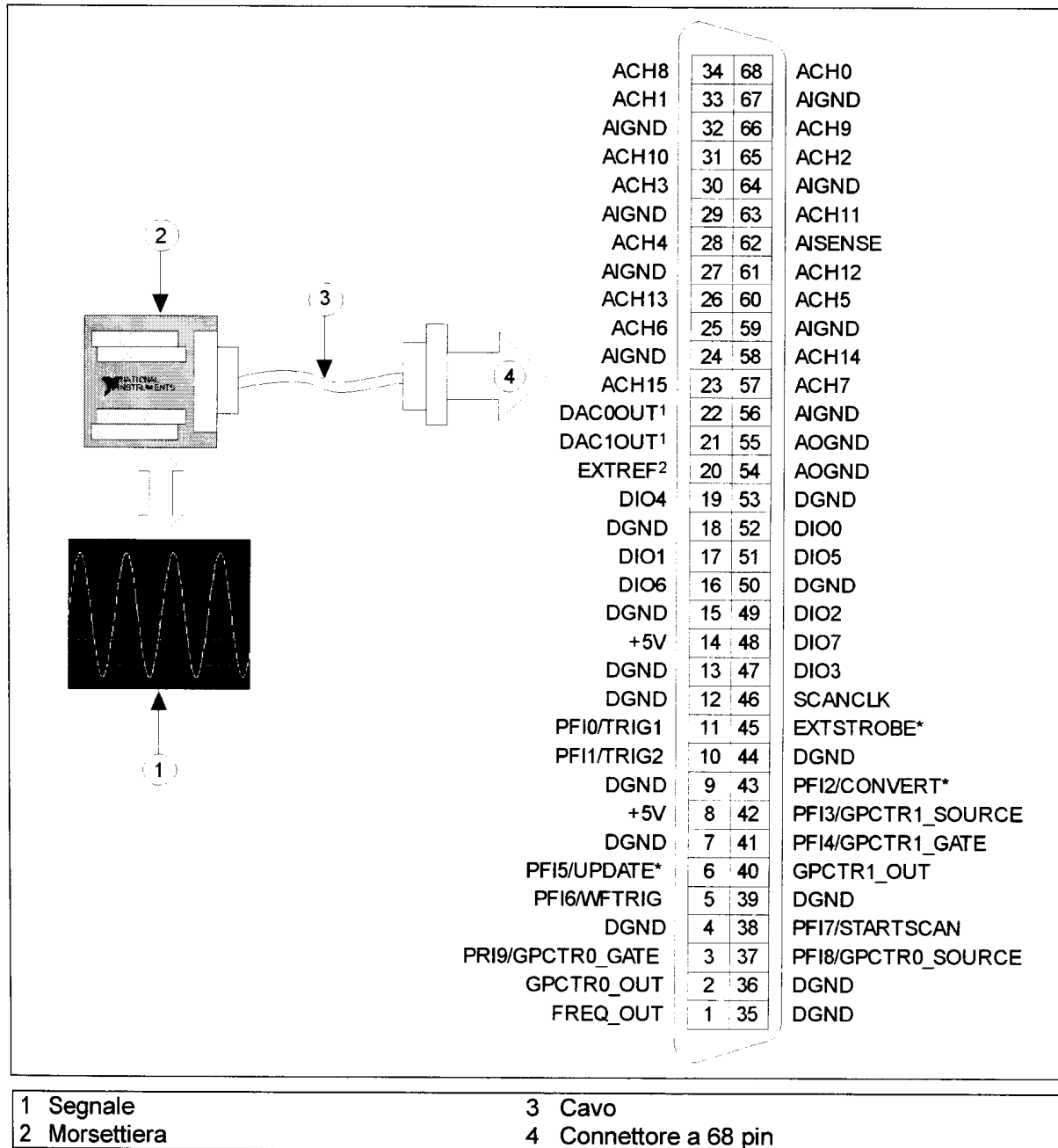
- Utilizzare cavi schermati o coppie di cavi intrecciati.
- Ridurre il più possibile la lunghezza dei collegamenti per minimizzare il rumore che può accoppiarsi con essi.
- Tenere i conduttori lontano da cavi di potenza in c.a. e da monitor per ridurre il rumore a 50 e 60 Hz.

DAQ - Panoramica sull'hardware DAQ

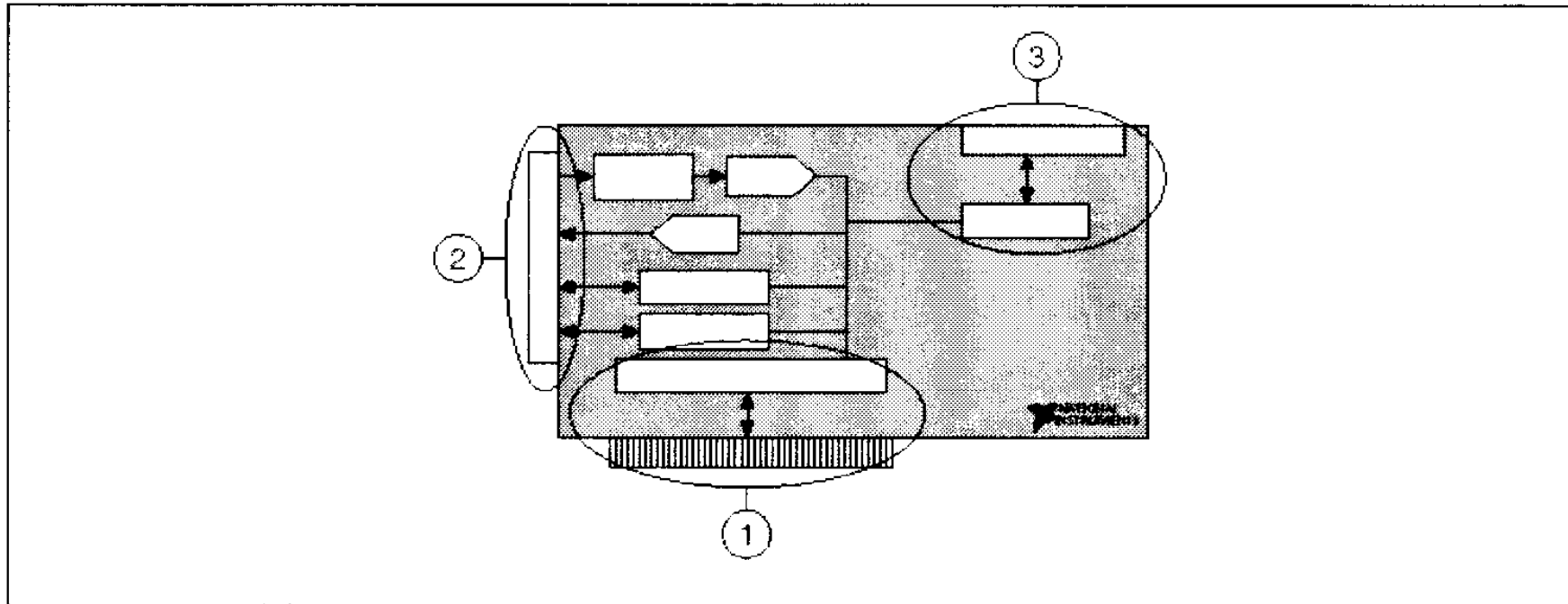


Morsettiera
(schermata) e
cavi
(schermati):

- 100 pin
- 68 pin
- 50 pin



Componenti di un dispositivo DAQ (USB-PCMCIA)



1 Interfaccia di I/O con il computer

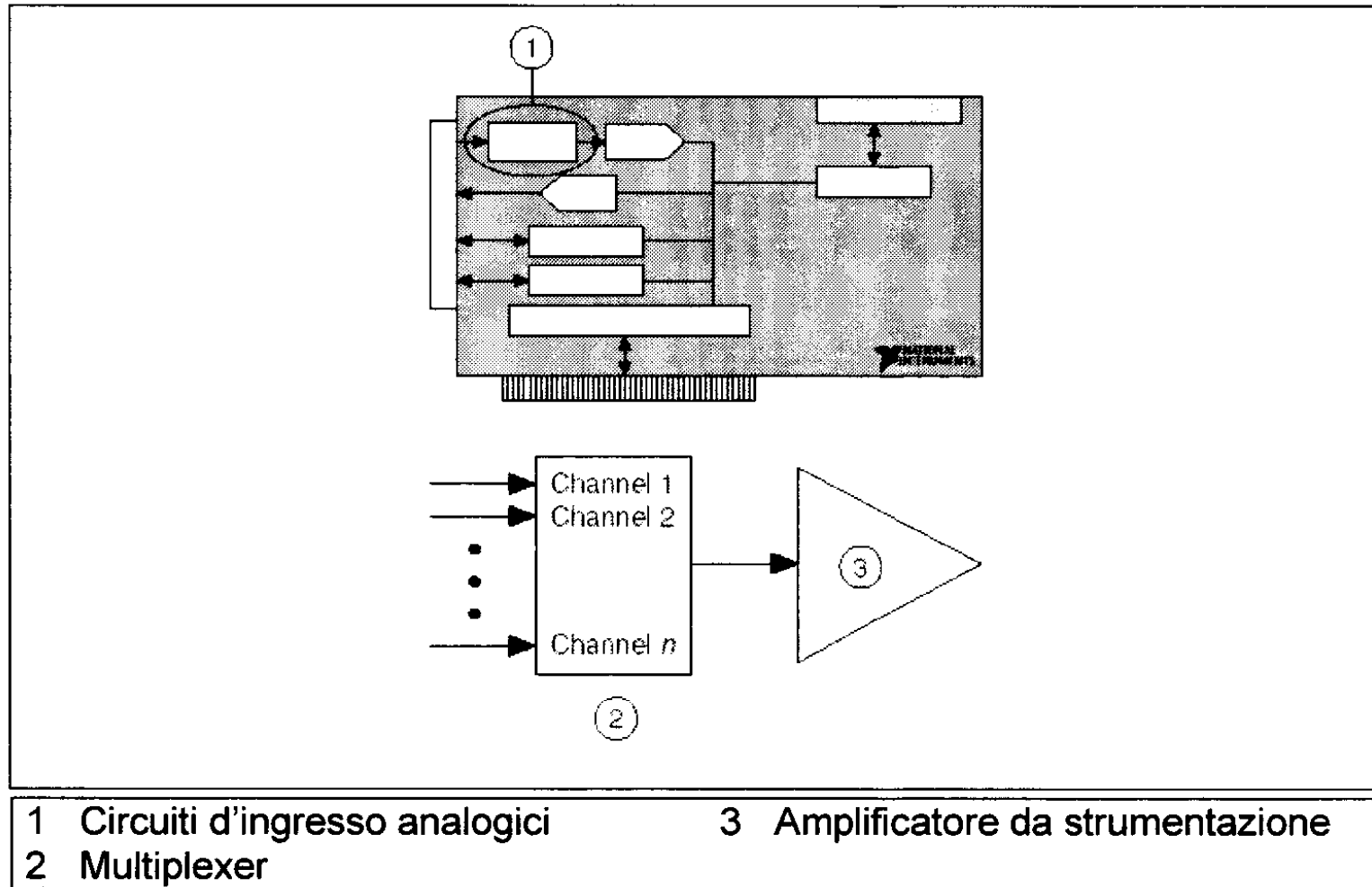
3 Bus Real-Time System Integration

2 Connettore di I/O

(RTSI)

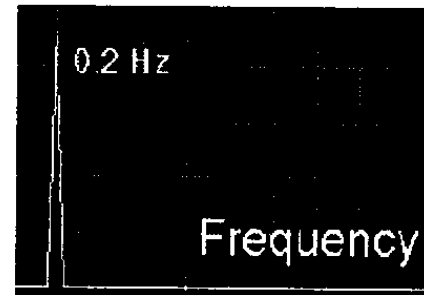
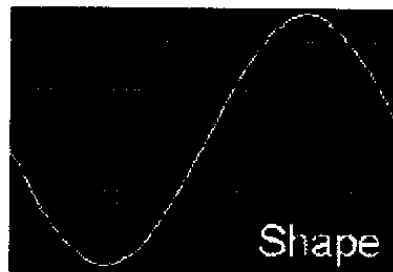
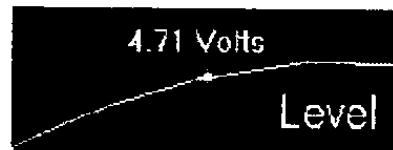
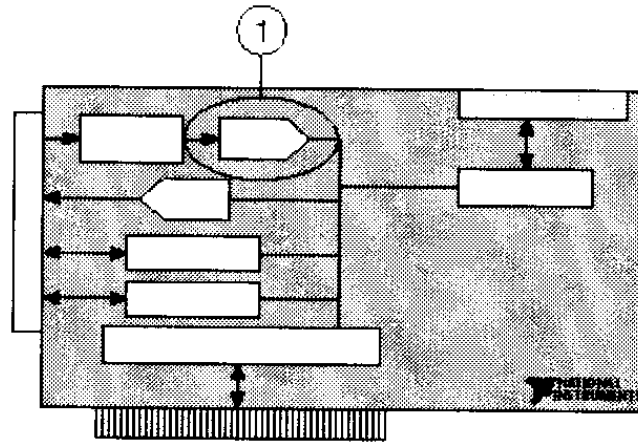
Il Bus RTSI condivide e sincronizza i segnali tra diversi dispositivi DAQ sullo stesso computer (es. ck.) (eccetto PXI)

Circuiti di ingresso analogici



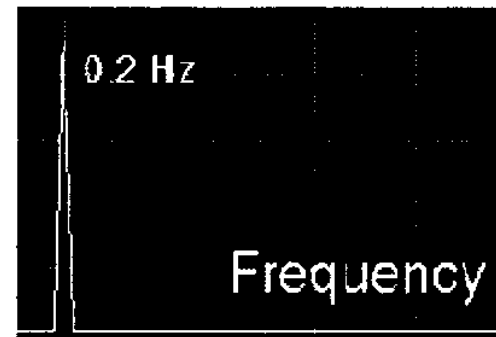
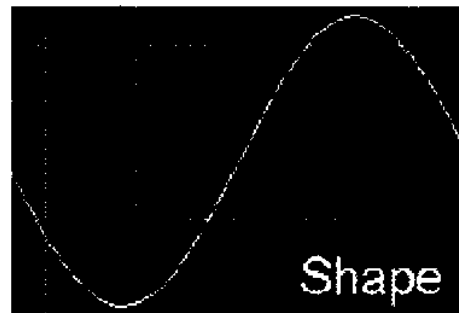
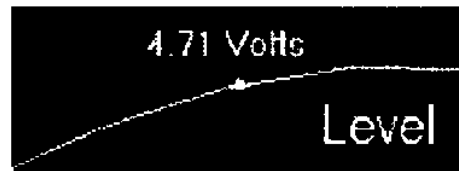
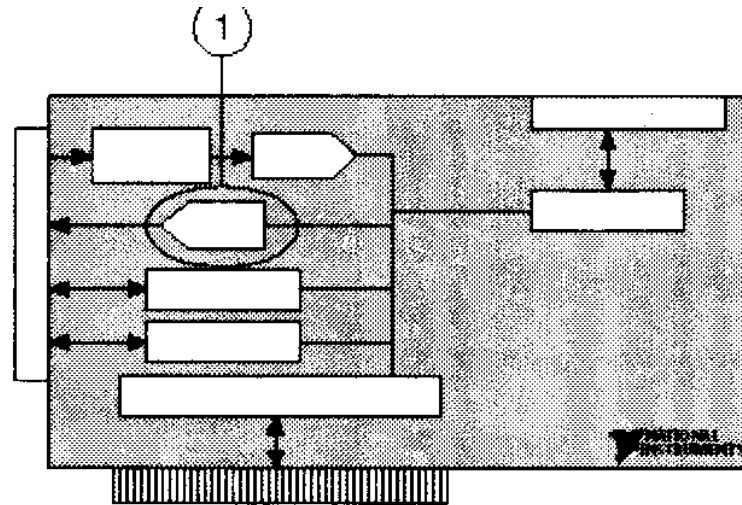
Lo scopo dell'amplificatore è quello di far rientrare il più possibile il segnale nel range dell'ADC.

Convertitore Analogico-digitale (ADC)

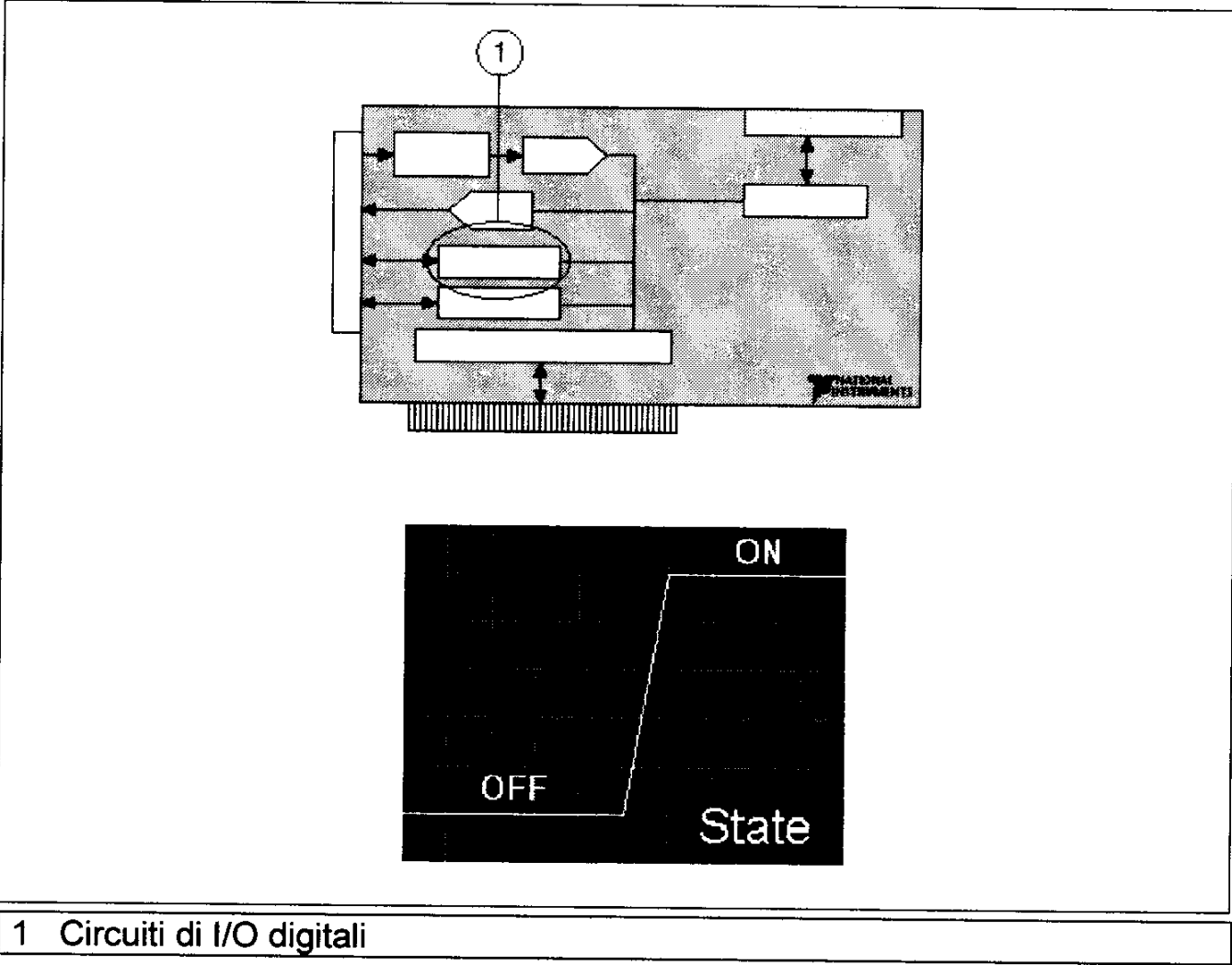


1 ADC

Convertitore digitale-analogico DAC

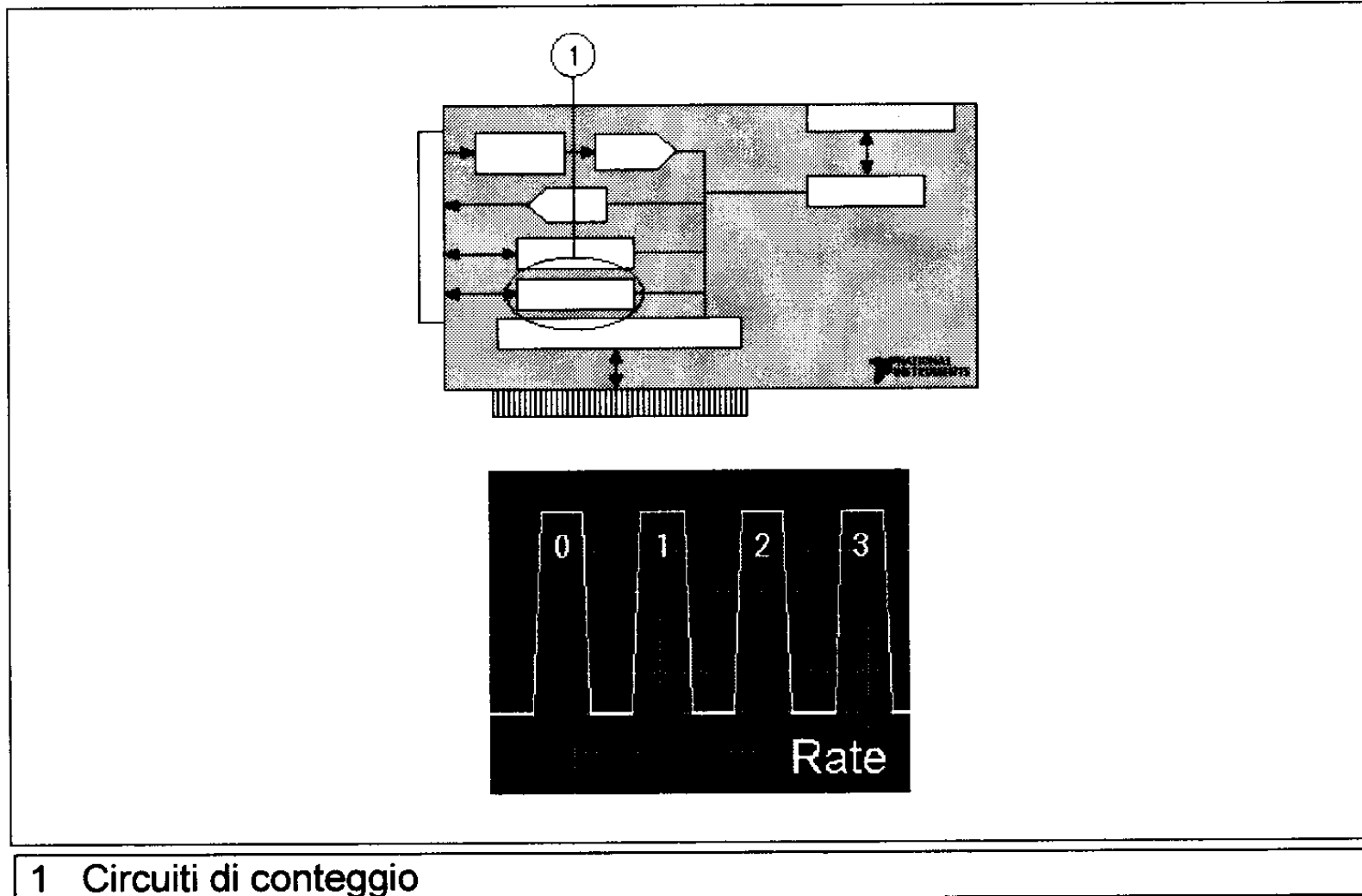


Circuiti di I/O digitali



1 Circuiti di I/O digitali

Circuiti di conteggio



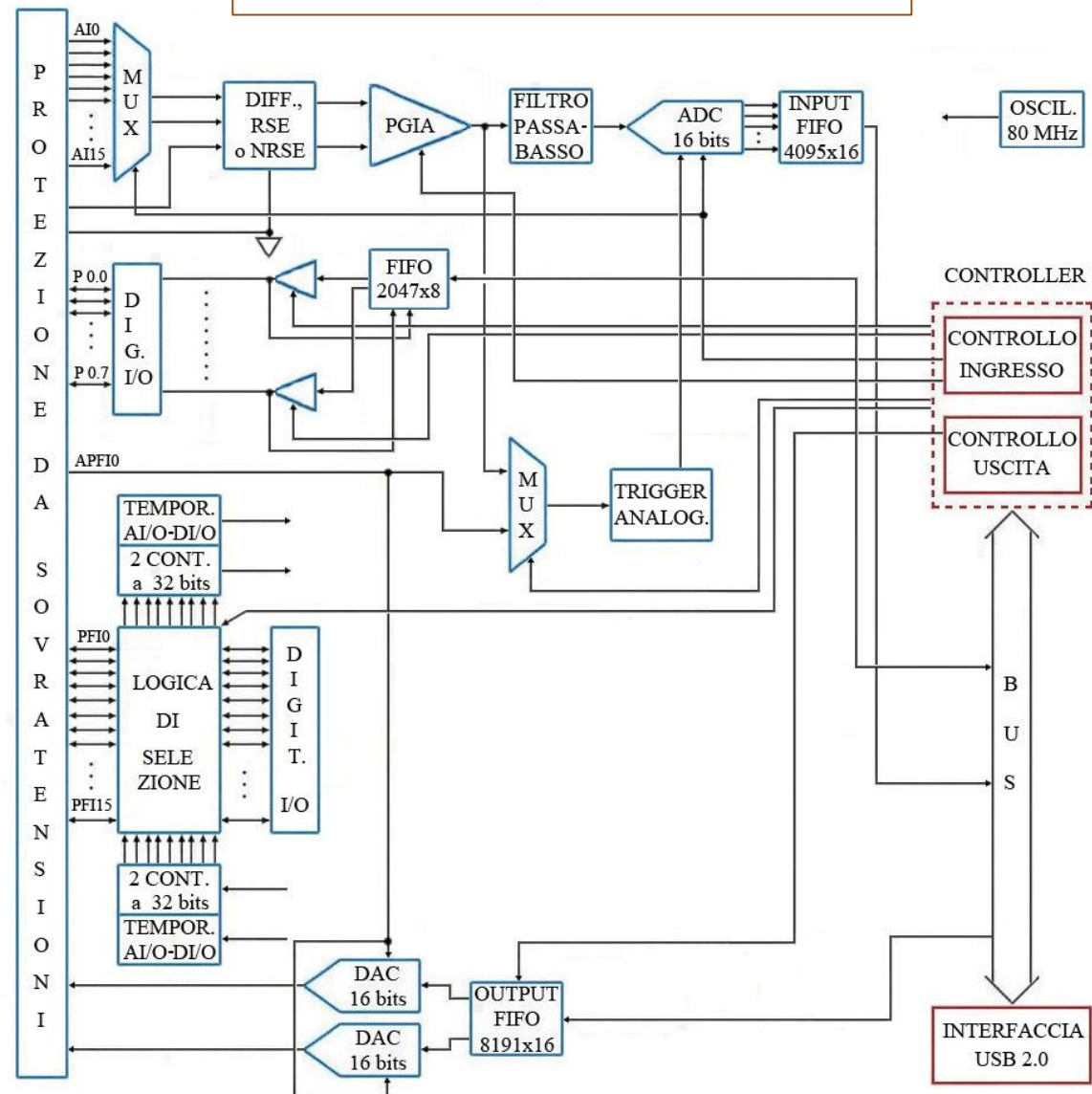
1 Circuiti di conteggio

I dispositivi della serie **M**, disponibili per PCI, PCI Express, PXI e USB 2.0, sono quelli a più canali basati su PC, possiedono fino a:

- 80 ingressi analogici multiplexati, 4 uscite analogiche, 48 I/O digitali e 2 contatori

- Le frequenze di campionamento vanno da 250kS/s a 1,25-1 MS/s e la risoluzione dell'ADC da 16 a 18 bit.

Moduli DAQ multifunzione

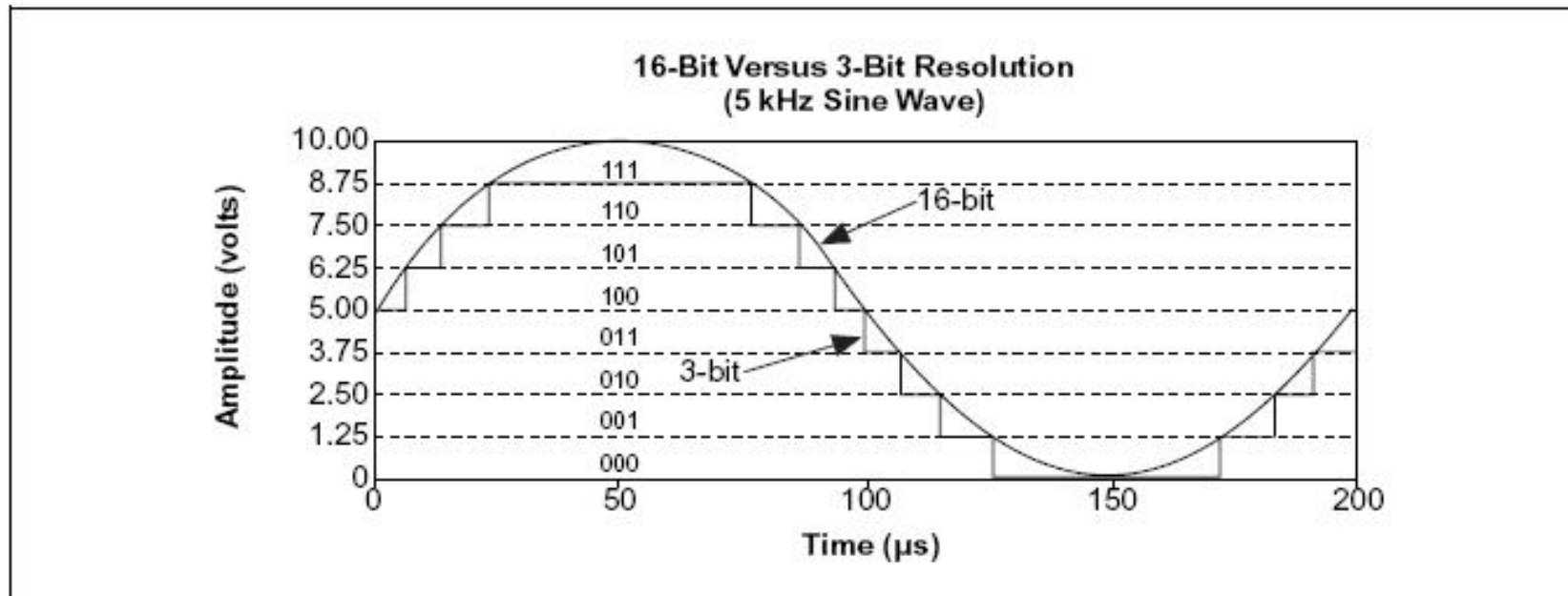


Considerazioni sulla configurazione

- La risoluzione e la portata dell'ADC
- Il guadagno applicato dall'amplificatore alla strumentazione
- La combinazione di risoluzione, portata e guadagno per calcolare una proprietà chiamata ***profondità del codice***

Risoluzione:

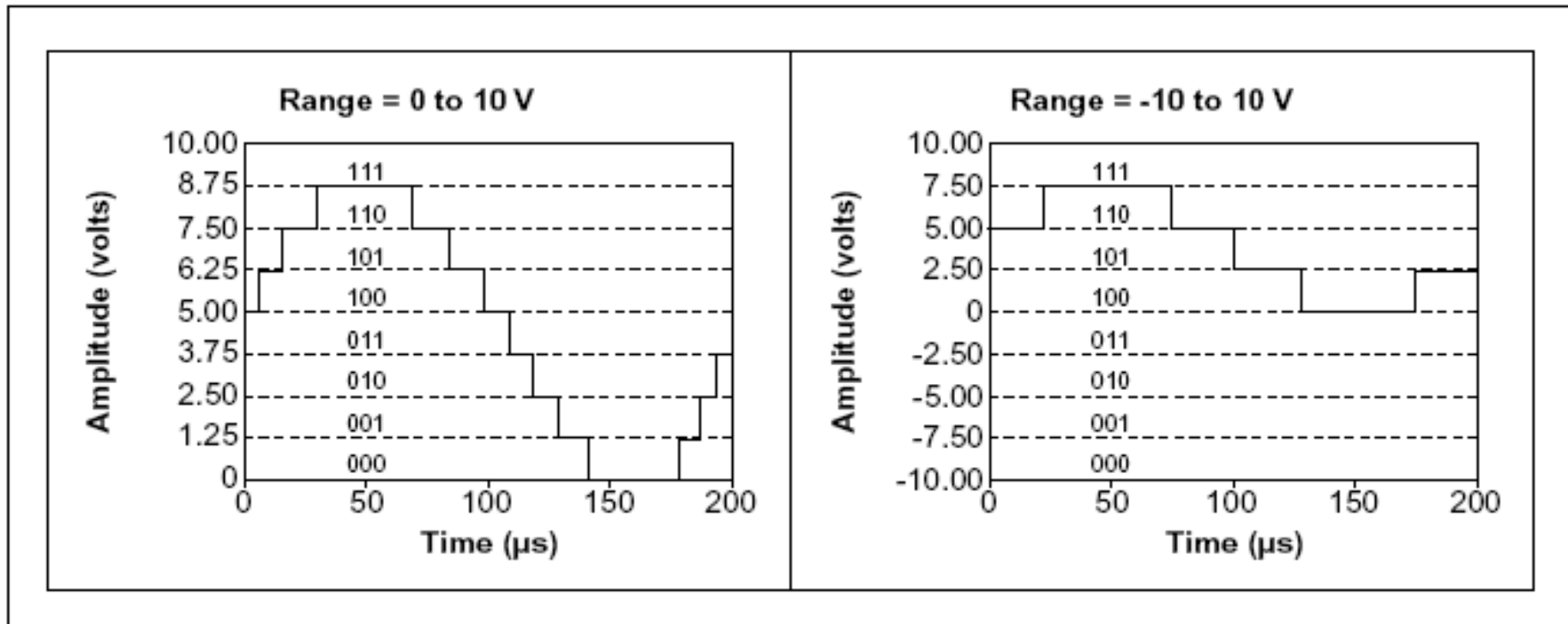
E' determinata dal numero dei bit utilizzati per rappresentare un segnale analogico



Portata del dispositivo:

Si riferisce ai livelli minimo e massimo del segnale analogico che l'ADC può digitalizzare

- Dispositivi unipolari (sx) e bipolari (dx)
- La più piccola tensione rilevabile passa da 1,25 a 2,5 V



Profondità del codice

E' la più piccola variazione di un segnale che un sistema può rivelare e si calcola con la formula:

$$\text{profondità del codice} = \frac{\text{portata in tensione}}{\text{amplificazione} \times 2^{\text{risoluzione in bit}}}$$

- **Migliore risoluzione** = minore profondità del codice =
= migliore rappresentazione del segnale
- **Maggiore amplificazione** = minore profondità del codice =
= migliore rappresentazione del segnale
- **Maggiore portata** = maggiore profondità del codice =
= peggiore rappresentazione del segnale

Esempio di calcolo

DAQ da 12 bit ed un guadagno di uno rileva:
con portata tra 0 V e 10 V

$$\frac{\text{portata in tensione}}{\text{amplificazione} \times 2^{\text{risoluzione in bit}}} = \frac{10\text{V}}{1 \times 2^{12}} = 2.4 \text{ mV}$$

DAQ da 12 bit ed un guadagno di uno rileva:
con portata tra -10 V e 10 V

$$\frac{\text{portata in tensione}}{\text{amplificazione} \times 2^{\text{risoluzione in bit}}} = \frac{20\text{V}}{1 \times 2^{12}} = 4.8 \text{ mV}$$

Misura dell'accuratezza (*precision*) al variare della portata e del guadagno in un ADC a 12 bit

Device Voltage Range	Limit Settings	Precision ¹
0 to 10 V	0 to 10 V	2.44 mV
	0 to 5 V	1.22 mV
	0 to 2.5 V	610 μ V
	0 to 1.25 V	305 μ V
	0 to 1 V	244 μ V
	0 to 0.1 V	24.4 μ V
	0 to 20 mV	4.88 μ V
-5 to 5 V	-5 to 5 V	2.44 mV
	-2.5 to 2.5 V	1.22 mV
	-1.25 to 1.25 V	610 μ V
	-0.625 to 0.625 V	305 μ V
	-0.5 to 0.5 V	244 μ V
	-50 to 50 mV	24.4 μ V
	-10 to 10 mV	4.88 μ V
-10 to 10 V	-10 to 10 V	4.88 mV
	-5 to 5 V	2.44 mV
	-2.5 to 2.5 V	1.22 mV
	-1.25 to 1.25 V	610 μ V
	-1 to 1 V	488 μ V
	-0.1 to 0.1 V	48.8 μ V
	-20 to 20 mV	9.76 μ V
¹ The value of 1 Least Significant Bit (LSB) of the 12-bit ADC. In other words, the voltage increment corresponding to a change of 1 count in the ADC 12-bit count.		

Esercizio 2:

Determinazione della profondità del codice

$$\text{profondità del codice} = \frac{\text{portata in tensione}}{\text{amplificazione} \times 2^{\text{risoluzione in bit}}}$$

	Dispositivo DAQ 1		Dispositivo DAQ 2	
	Config. A	Config. B	Config. A	Config. B
Risoluzione (bit)	12 bit	12 bit	16 bit	16 bit
Portata (V)	da 0 a 10	da -10 a 10	da 0 a 10	da -10 a 10
Amplificazione (scegliete 1)	1, 2, 5, 10, 20, 50 100			

Esercizio 2 Progetti:

Progetto 1

Una termocoppia di tipo K viene attaccata all'uscita di un cilindro a vapore di un sistema bollitore ad alta pressione. La termocoppia può misurare un intervallo di temperatura da -270 °C a 1372 °C . Con questo intervallo di temperatura, la termocoppia restituisce una tensione compresa tra $-6,548\text{ mV}$ e $54,874\text{ mV}$.



Nota Non pensate che il bollitore geli mai.

Per rilevare una variazione di $2,1\text{ }\mu\text{V}$, qual è il migliore dispositivo DAQ e la sua configurazione per l'applicazione?

Progetto 2

Un trasduttore di pressione viene posto sul collettore di aspirazione di un motore. Il trasduttore pone in uscita una tensione compresa tra -2 V e 2 V per un intervallo di pressione lineare da 20 Pa a 105 kPa .

Per rilevare una variazione di $1,5\text{ Pa}$, corrispondente ad una variazione di tensione di $70\text{ }\mu\text{V}$, qual è il migliore dispositivo DAQ e la sua configurazione per l'applicazione?

Progetto 3

Un sensore di umidità viene posto in una stazione meteorologica per monitorare l'umidità relativa. Il sensore pone in uscita una tensione lineare tra $0,8\text{ V}$ e $3,9\text{ V}$ per un'umidità relativa tra 0% e 100% . Il sensore è accurato al $\pm 2\%$ per l'umidità relativa,

Per rilevare una variazione di tensione di almeno $0,62\text{ mV}$, qual è il migliore dispositivo DAQ e la sua configurazione per l'applicazione?

Riferimenti Bibliografici

- ✓ LabVIEW Measurement Manual, National Instrument
- ✓ LabVIEW Guida all'uso, ver. 7.0, National Instrument
- ✓ Doebelin, Strumenti e Metodi di Misura, McGraw-Hill
- ✓ Mihura, LabVIEW for data acquisition, PrenticeHall