

# *Corso di Sistemi Automatici di Misura*

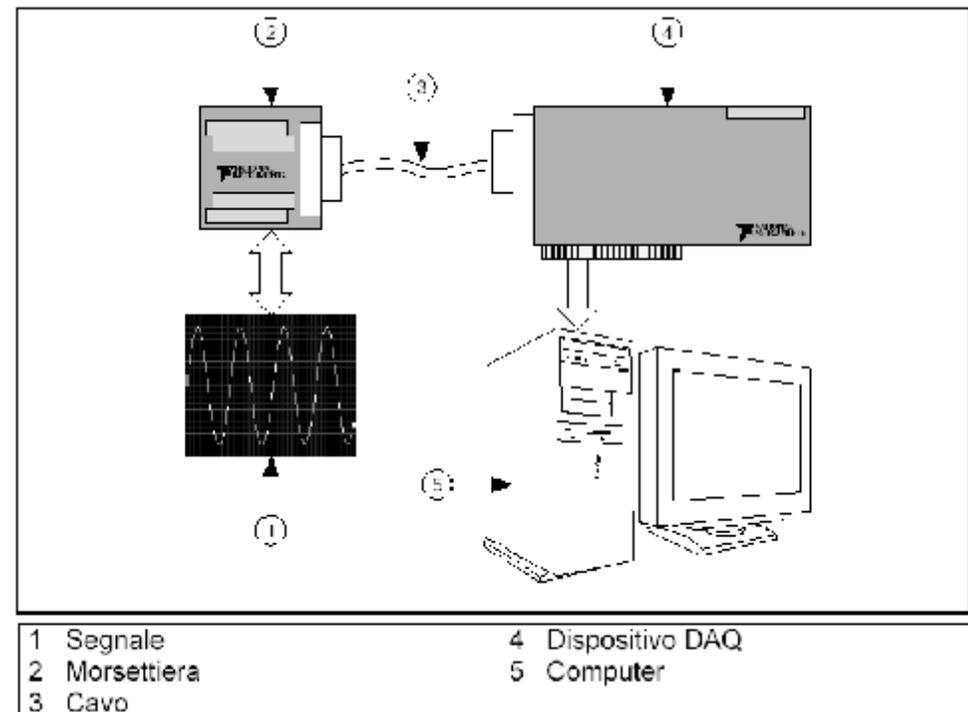
**TERZA LEZIONE:**

**I SISTEMI DI ACQUISIZIONE  
DATI PC-BASED**

# I sistemi di acquisizione dati PC-based

E' costituito da 4 componenti hardware fondamentali:

- una *morsettiera*;
- un *cavo*;
- un *dispositivo DAQ* (*Data Acquisition Board*);
- un *PC*



# I sistemi di acquisizione dati PC-based

## MORSETTIERA E CAVO

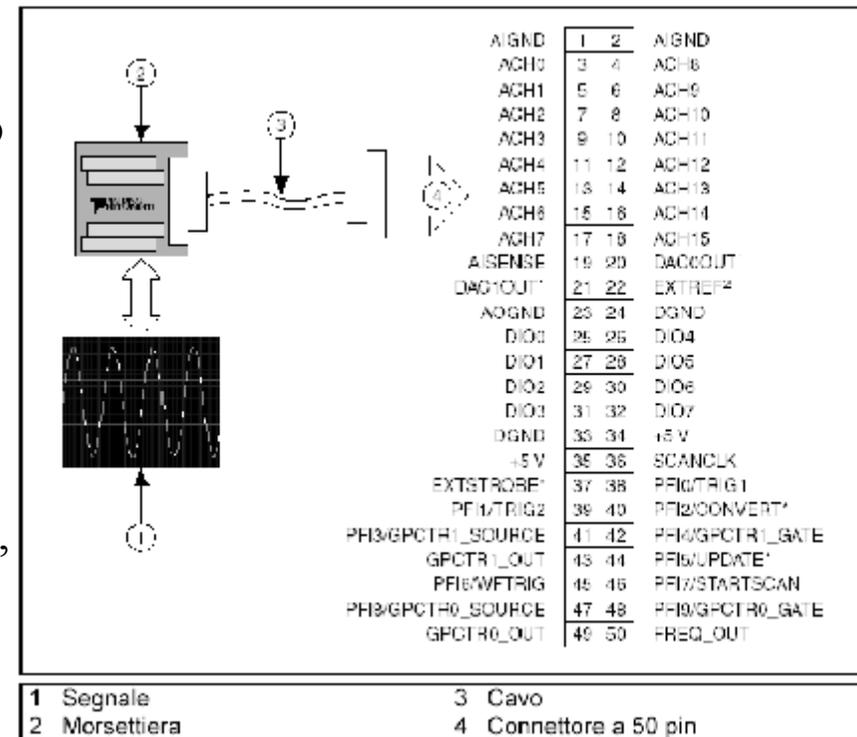
La morsettiere fornisce un posto per il collegamento dei segnali di I/O

Le morsettiere hanno 100, 68 o 50 terminali. Il tipo di morsettiere dipende da due fattori: dal dispositivo e dal numero di segnali che devono essere misurati

Le morsettiere possono essere anche schermate

Alcune morsettiere possiedono caratteristiche ulteriori, come la compensazione del giunto freddo, necessaria per la misura corretta con una termocoppia

I cavi, come le morsettiere, possono essere schermati e non : a piattina non schermato, tubolare schermato e tubolare schermato con ferriti.



# I sistemi di acquisizione dati PC-based

## DISPOSITIVI DAQ

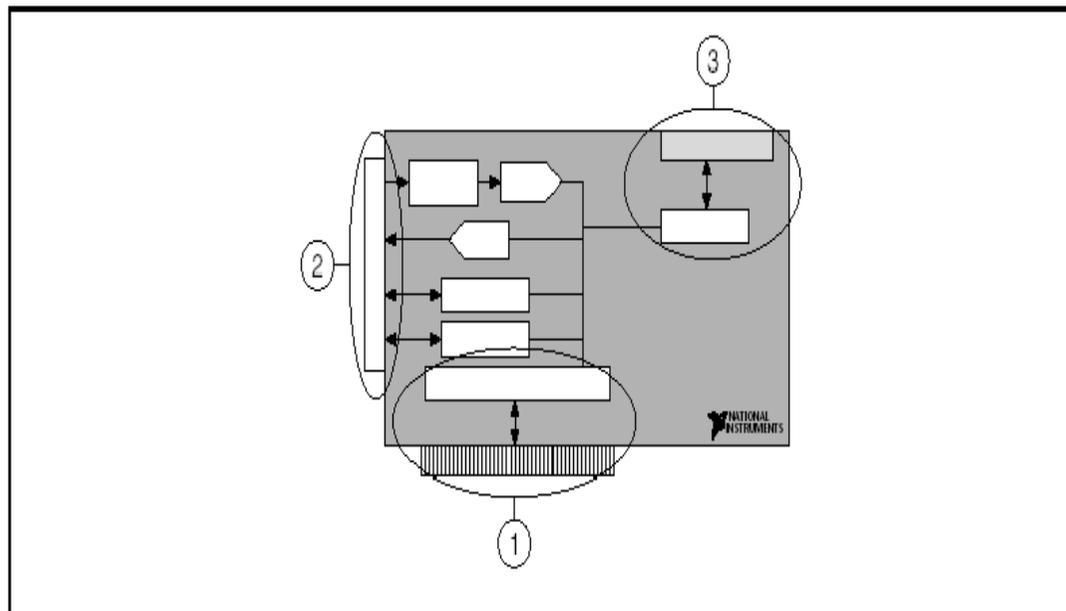
La maggior parte dei dispositivi DAQ possiede quattro elementi standard: ingresso analogico, uscita analogica, I/O digitali e contatori

I più comuni dispositivi DAQ della National Instruments sono quelli della serie E.

Il segnale acquisito può essere trasferito al computer tramite diverse strutture a bus: PCI, PCMCIA, USB, FIREWIRE

# Componenti principali di un dispositivo Daq

## INTERFACCE



- |   |                                    |   |   |
|---|------------------------------------|---|---|
| 1 | Interfaccia di I/O con il computer | 3 | Bus Real-Time System Integration (RTSI) |
| 2 | Connettore di I/O                  |   |   |

**Connettore di I/O:** mezzo mediante il quale il segnale entra o lascia il dispositivo DAQ. Il connettore di I/O ha 100, 68 o 50 pin, in funzione del dispositivo. Un'estremità del cavo è collegata al connettore di I/O e l'altra alla morsettiera.

**Circuiti per l'interfacciamento con il computer:** I circuiti per l'interfacciamento con il computer trasferiscono l'informazione tra il dispositivo DAQ e il computer. Possono differire in funzione del protocollo del bus in uso (il bus PCI ha i terminali di collegamento inseriti in uno slot PCI mentre il collegamento USB richiede un cavo).

**Bus Real-Time System Integration (RTSI):** Il bus RTSI condivide e sincronizza i segnali tra diversi dispositivi DAQ sullo stesso computer. Per esempio, se volete avere due dispositivi che acquisiscono un ingresso analogico alla stessa velocità, potete condividere un segnale di clock tramite il bus RTSI.

# Componenti principali di un dispositivo Daq

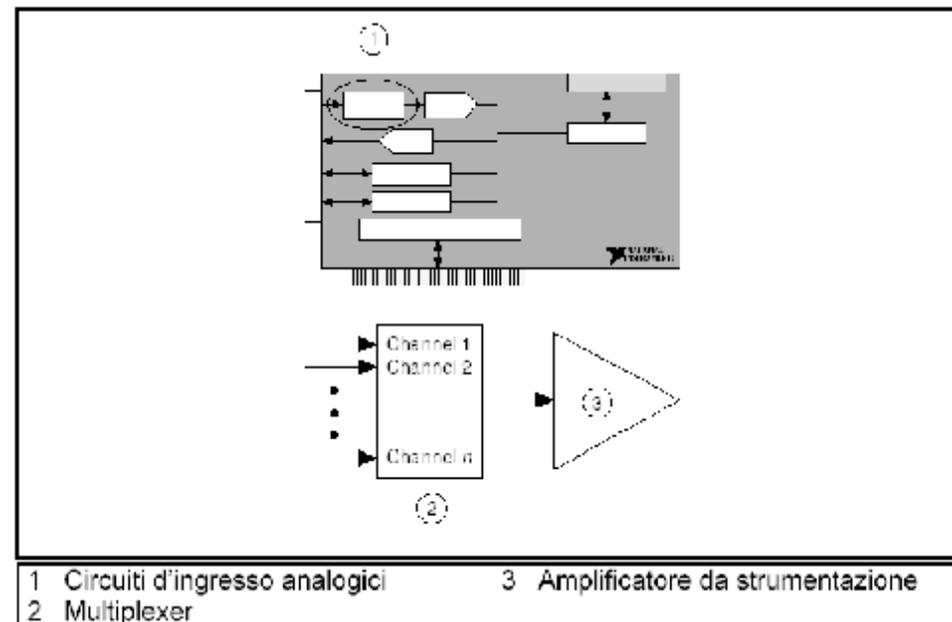
## CIRCUITI DI INGRESSO ANALOGICI

Il segnale d'ingresso analogico passa attraverso i circuiti d'ingresso analogici prima che arrivi al convertitore analogico-digitale (ADC)

I circuiti d'ingresso analogici consistono in un multiplexer e in un amplificatore da strumentazione

Il **multiplexer** (MUX), è un selettore che collega solo uno dei diversi canali d'ingresso per volta all'amplificatore dello strumento.

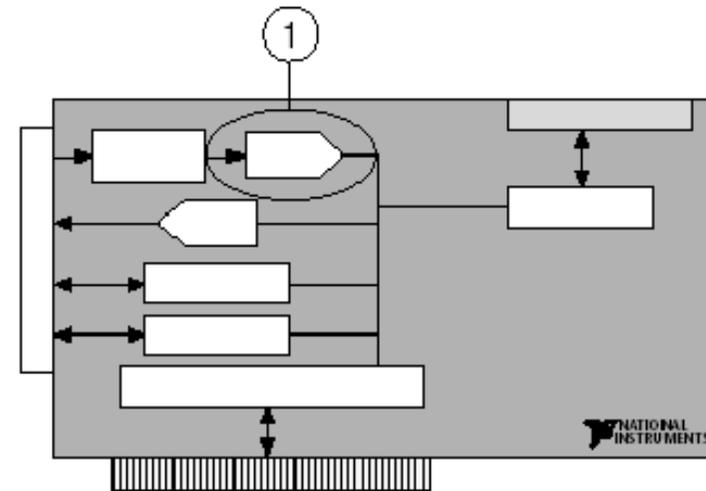
L'**amplificatore da strumentazione** può amplificare o attenuare il segnale che riceve. Lo scopo dell'amplificatore è quello di far rientrare il più possibile il segnale nel range dell'ADC.



# Componenti principali di un dispositivo Daq

## CIRCUITI DI INGRESSO ANALOGICI

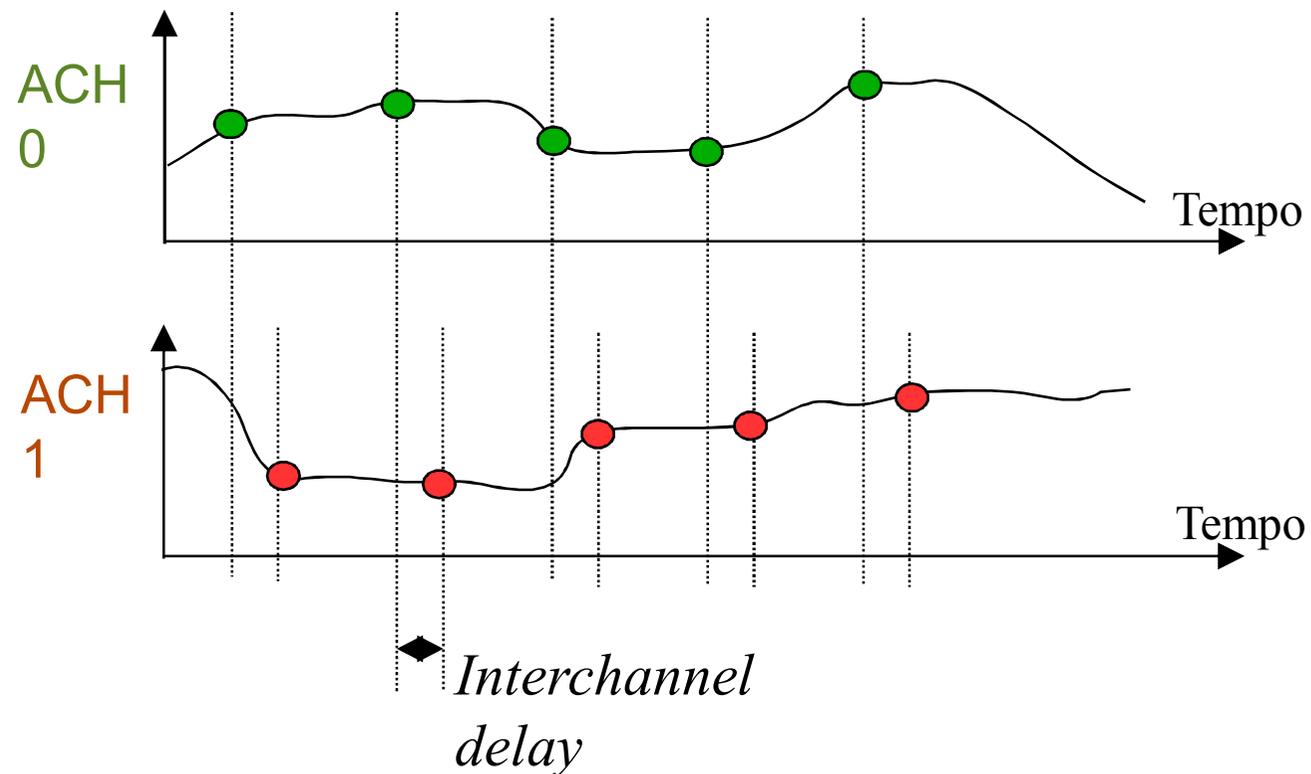
Il convertitore **analogico-digitale** (ADC) (Fig.5) converte la tensione analogica in un numero digitale. I circuiti d'ingresso analogici si combinano con il convertitore ADC per acquisire un segnale analogico affinché si possano misurare il livello, la forma o la frequenza di quel segnale.



Essendo solitamente l'ADC unico, il campionamento dei vari canali avviene in maniera non simultanea.

# Componenti principali di un dispositivo Daq

## CIRCUITI DI INGRESSO ANALOGICI



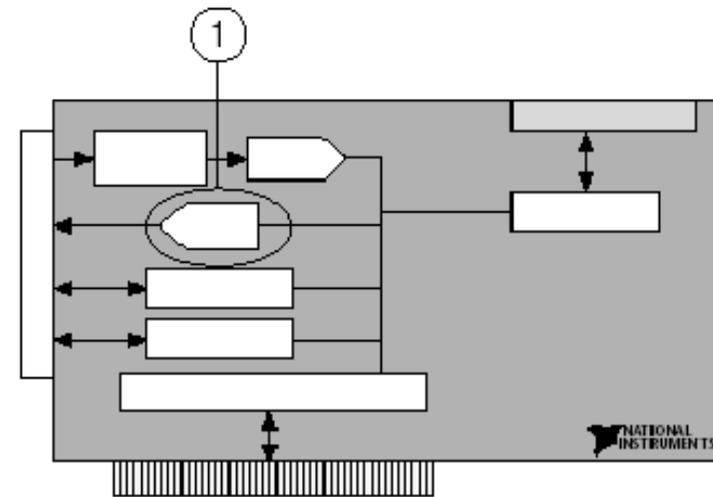
Il ritardo tra i canali altera la relazione di fase tra i segnali acquisiti da ingressi diversi

Provvedimento: stadio di *sample & hold*

# Componenti principali di un dispositivo Daq

## CIRCUITI DI USCITA ANALOGICI

Il DAC converte un dato digitale in un segnale analogico che viene posto in uscita tramite il connettore di I/O. Un DAC è utile per la generazione di segnali in c.c. (livelli), toni specifici (frequenze) e forme d'onda.



Si possono utilizzare le funzioni delle uscite analogiche di un dispositivo DAQ in applicazioni che vanno dai sistemi di controllo che utilizzano un controllo derivativo integrale proporzionale (PID) per il controllo di servomotori alla generazione di una serie di toni specifici per una sirena o un allarme, ecc.

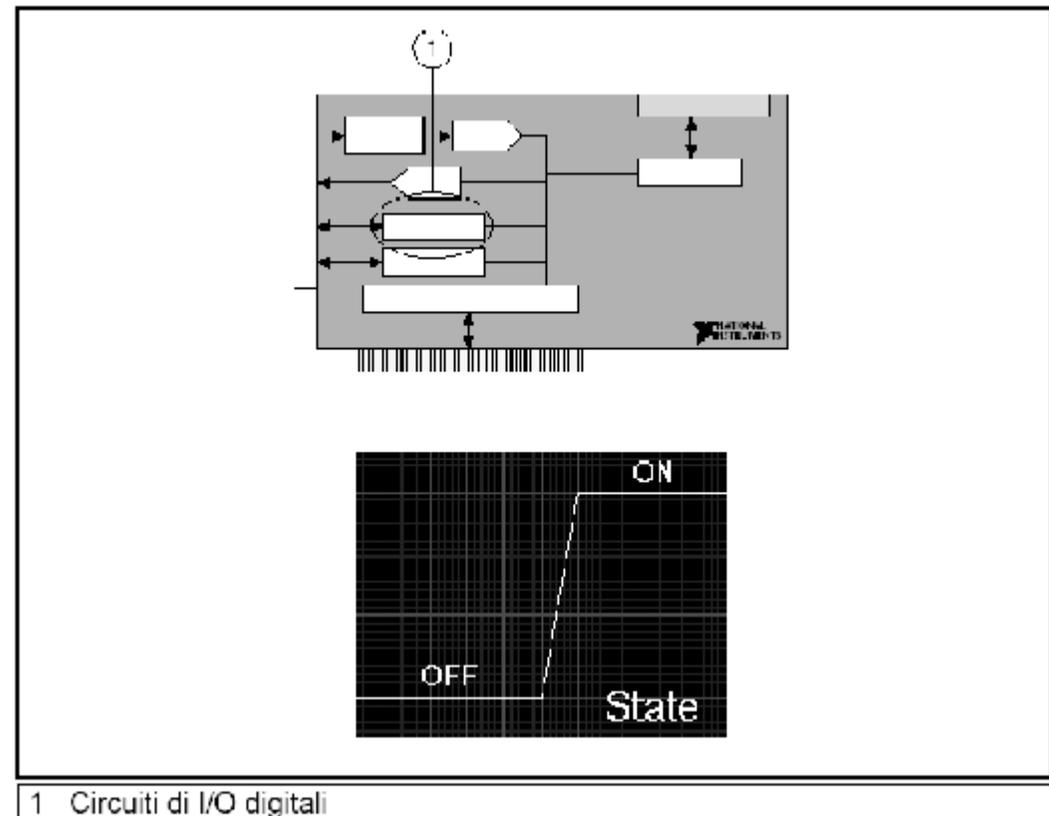
# Componenti principali di un dispositivo Daq

## CIRCUITI DI I/O DIGITALI

I circuiti di I/O digitali (TTL) possono svolgere sia funzioni d'ingresso che di uscita

Le linee digitali non hanno circuiti di temporizzazione o di handshaking. Sono utili per la misura dello stato di un segnale digitale ma non per misure di periodo o frequenza.

Gli I/O digitali possono essere utilizzati in applicazioni che vanno dal monitoraggio di un interruttore per vedere se ha cambiato stato al controllo di un relé.



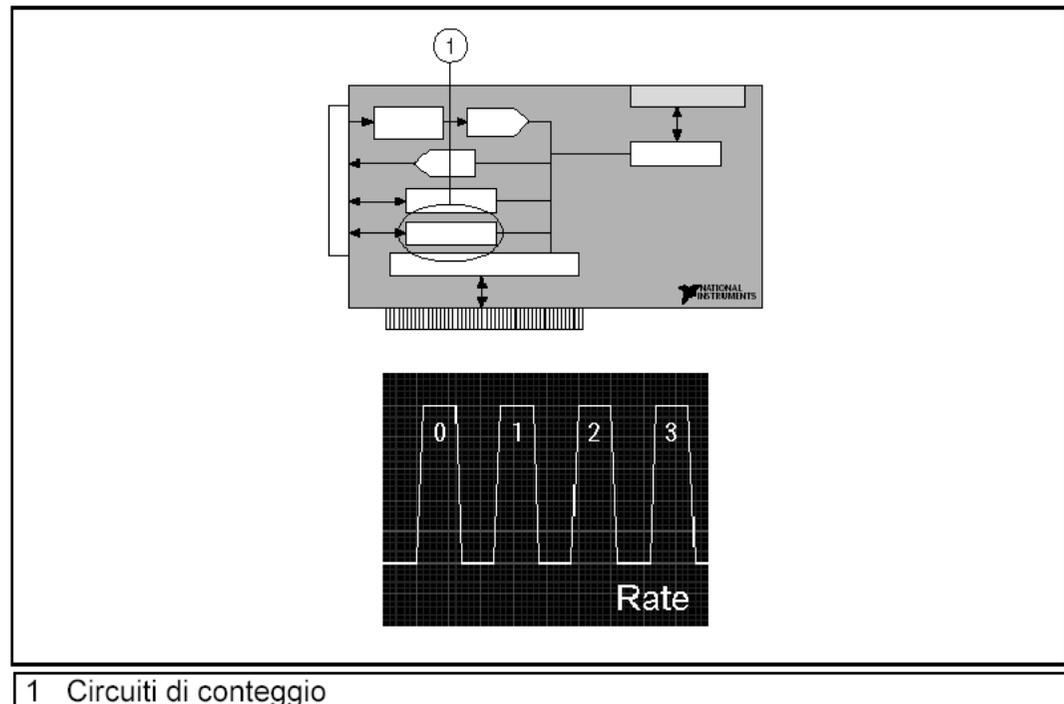
# Componenti principali di un dispositivo Daq

## CIRCUITI DI CONTEGGIO

I contatori acquisiscono e generano segnali digitali

Essi possiedono segnali di temporizzazione interni che costituiscono la base dei tempi e che li rendono ideali per la misura della frequenza di un segnale digitale

Possono essere utilizzati in applicazioni che vanno dalla misura della frequenza di un asse di motore al controllo di motori *stepper* mediante generazione di uno specifico treno di impulsi



1 Circuiti di conteggio

# Modalità di comunicazione tra DAQ e PC

**Base I/O Address:** Un dispositivo DAQ comunica con un computer principalmente con i suoi registri. NI-DAQ scrive sui registri di configurazione del dispositivo per configurarlo e legge i registri dei dati sul dispositivo per ottenere lo stato del dispositivo o una misura del segnale. L'impostazione dell'indirizzo di I/O di base determina dove risiedono i registri del dispositivo nello spazio di I/O del computer.

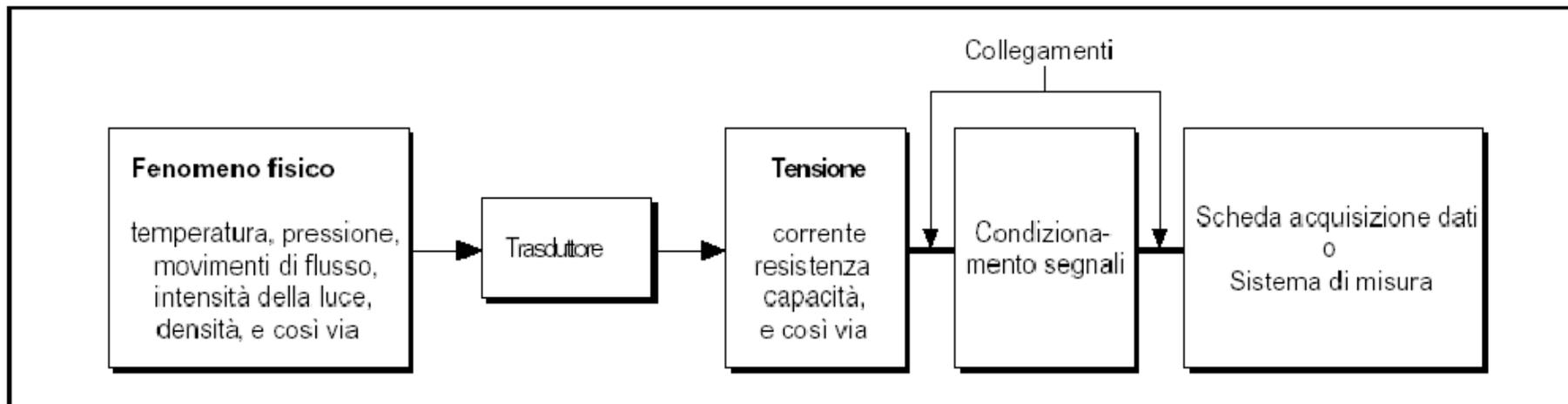
**Interrupt Request (IRQ):** Un altro modo con cui il dispositivo DAQ comunica con il computer è attraverso gli interrupt del processore, che forniscono al processore la possibilità di rispondere efficientemente alle sue periferiche. Nel caso di un dispositivo DAQ, non risulta efficiente per il processore verificare continuamente se i dati sono pronti da leggere dal dispositivo. Un dispositivo DAQ può utilizzare un interrupt che segnala al processore che ha i dati in attesa di essere letti.

**Direct Memory Access (DMA):** Il terzo modo con cui il dispositivo DAQ può comunicare con il computer è attraverso il direct memory access (DMA). Il DMA è un metodo di trasferimento dei dati in cui i dati vengono trasferiti direttamente dalla periferica alla memoria del computer, scavalcando il processore. Il DMA di solito viene richiesto per ottenere la massima velocità di trasferimento dei dati, utile per dispositivi DAQ ad alta velocità. I dispositivi DAQ che utilizzano bus PCI hanno i propri canali DMA a bordo e il bus PCI gestisce la condivisione del DMA.

# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

Allo scopo di eseguire misure accurate ed esenti da rumore possono essere necessari la conoscenza della natura della sorgente del segnale, una configurazione opportuna del dispositivo di acquisizione dati ed un appropriato schema di cablaggio

L'integrità dei dati acquisiti dipende dall'intero percorso del segnale analogico

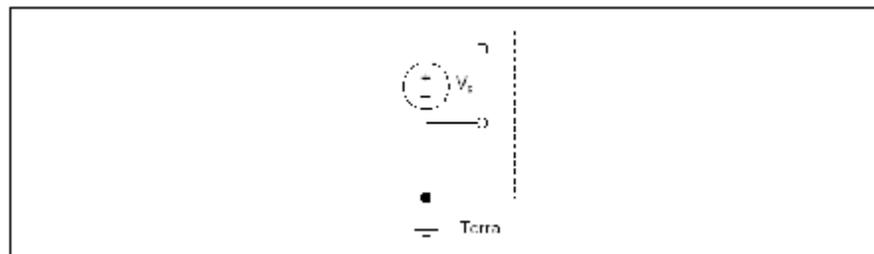


E' necessario quindi sapere scegliere ed utilizzare la configurazione che meglio si adatta all'applicazione

# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## TIPI DI SORGENTI DI SEGNALE

Una **sorgente messa a terra** è quella in cui il segnale di tensione è riferito alla terra dell'edificio. L'esempio più comune di una sorgente messa a terra è un qualsiasi strumento di tipo plug-in che non lascia fluttuare esplicitamente il suo segnale di uscita

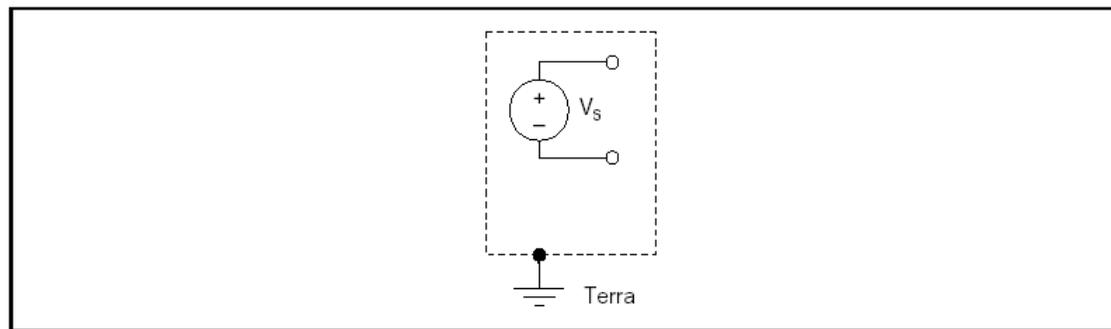


**Le terre di due sorgenti di segnale messe a terra generalmente non si trovano allo stesso potenziale.** La differenza nel potenziale di terra tra due strumenti collegati allo stesso sistema di alimentazione dell'edificio è tipicamente compreso tra i 10 mV e i 200 mV (se le connessioni sono state eseguite in maniera corretta)

# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## TIPI DI SORGENTI DI SEGNALE

Una **sorgente floating** è quella in cui il segnale di tensione non è riferito ad un riferimento assoluto, come il terreno o la messa a terra dell'edificio. Alcuni esempi comuni di sorgenti di segnale floating sono le batterie, le sorgenti di segnale alimentate a batteria, le termocoppie, i trasformatori, gli amplificatori d'isolamento.



Nessun terminale della sorgente è riferito al nodo di terra. Quindi ciascun terminale è indipendente da terra.

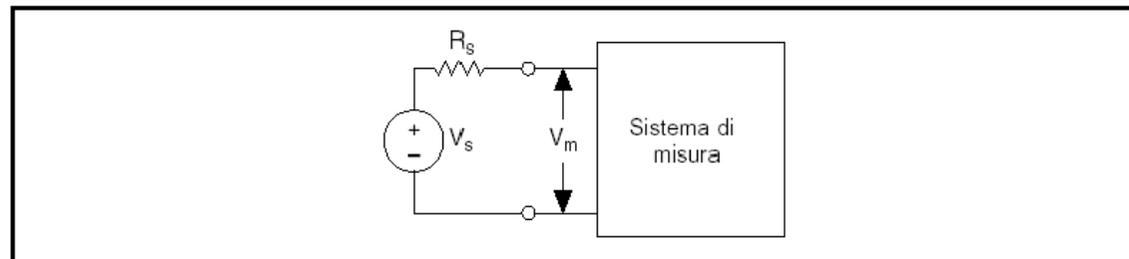
# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## SISTEMI DI MISURA DIFFERENZIALI E SBILANCIATI

Il più comune equivalente elettrico prodotto dai circuiti di condizionamento del segnale associati ai trasduttori è la tensione

La trasformazione in altri fenomeni elettrici come la corrente e la frequenza si possono incontrare nei casi in cui il segnale viene trasportato su lunghi cavi in ambienti ostili

Un segnale di tensione viene misurato come differenza di potenziale tra due punti attraverso un sistema di misura che può essere differenziale (DIFF) o sbilanciato (RSE, NRSE)



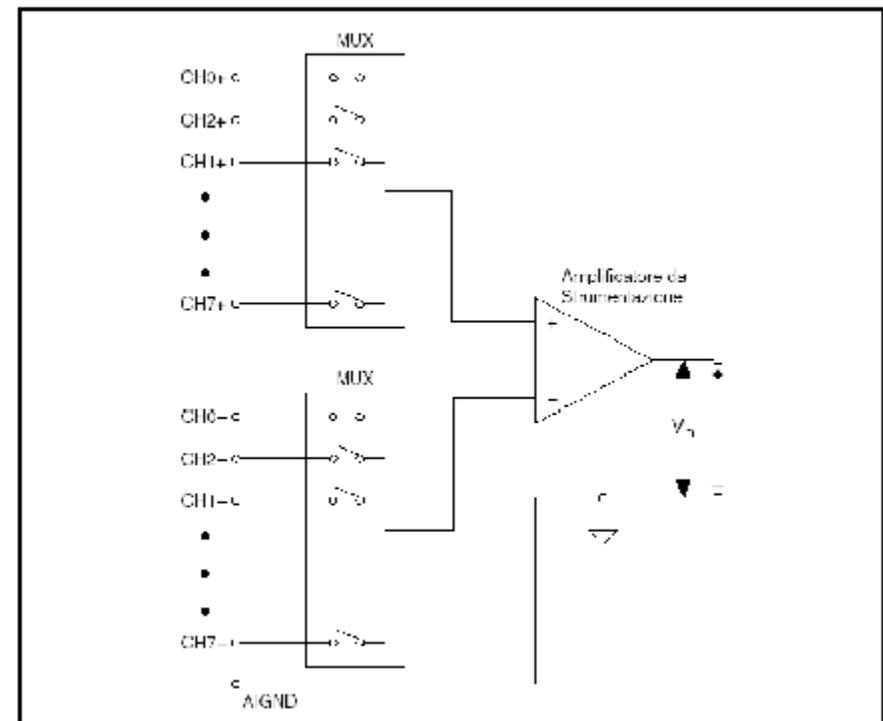
# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## SISTEMI DI MISURA DIFFERENZIALI

Un sistema di misura differenziale (**DIFF**) non ha gli ingressi collegati ad un riferimento fisso come il terreno o la terra di un edificio

Gli strumenti alimentati a batteria e i dispositivi di acquisizione dati con amplificatori sono esempi di sistemi di misura differenziali o non riferiti

I multiplexer analogici vengono utilizzati sul percorso del segnale per incrementare il numero dei canali di misura usando un singolo amplificatore da strumentazione



Il pin etichettato con AIGND, terra dell'ingresso analogico, è la terra del sistema di misura

# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## SISTEMI DI MISURA DIFFERENZIALI

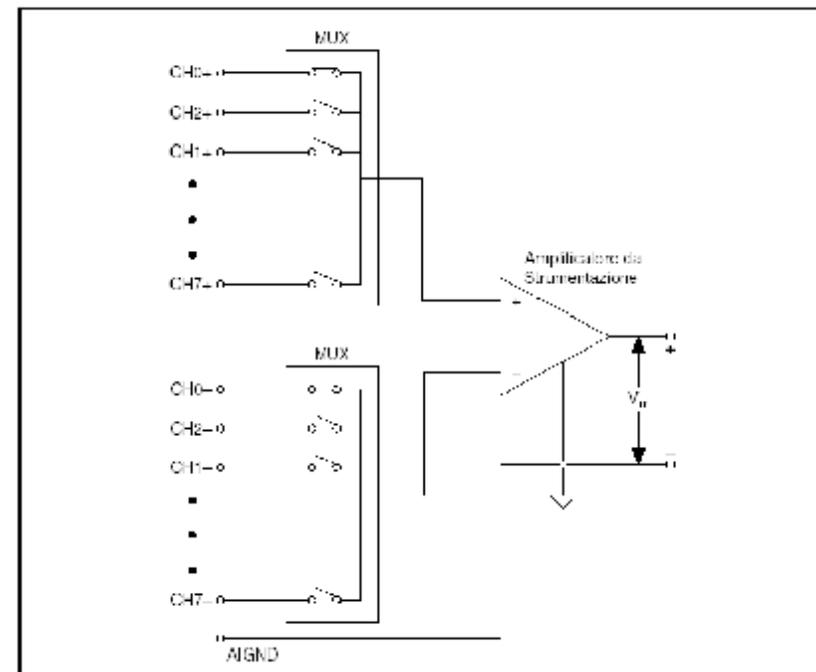
Un **sistema di misura differenziale ideale** risponde solo alla differenza di potenziale tra i suoi morsetti: gli ingressi (+) e (-)

Una qualsiasi tensione misurata rispetto alla terra dell'amplificatore che è presente ad entrambi gli ingressi dell'amplificatore viene indicata come **tensione di modo comune** ( $V_{cm}$ )

$V_{cm}$  è **completamente respinta** (non misurata) da un **sistema di misura differenziale ideale**

I dispositivi reali, tuttavia, hanno diversi fattori, descritti da parametri come l'intervallo della tensione di modo comune e il rapporto di reiezione di modo comune (CMRR) che limita la capacità di abbattere la tensione di modo comune

### DIFF

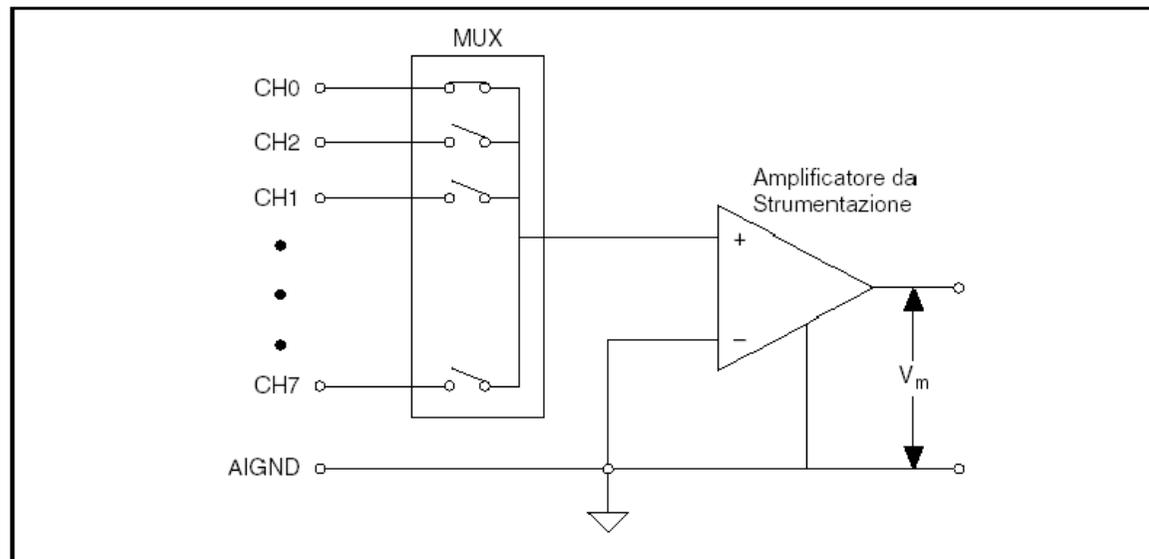


# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## SISTEMI DI MISURA SBILANCIATI RIFERITI E NON RIFERITI

Un **sistema di misura sbilanciato riferito (RSE)** misura la tensione rispetto a AIGND, che è collegato direttamente alla terra del sistema di misura

### RSE

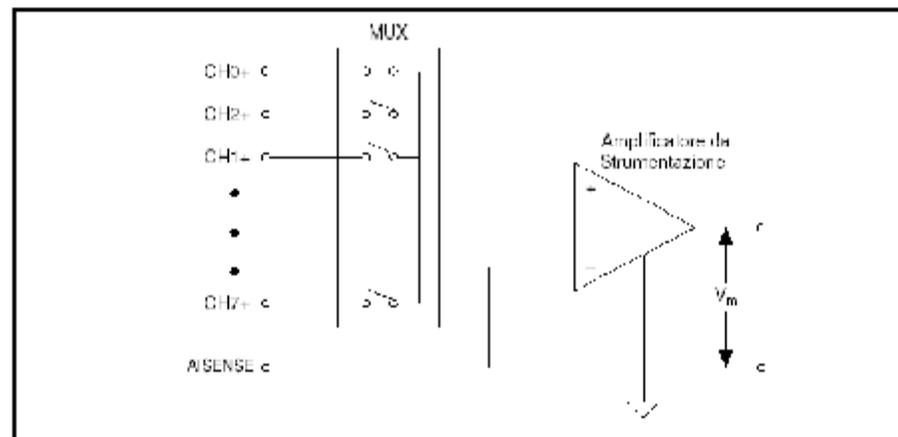


# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## SISTEMI DI MISURA SBILANCIATI RIFERITI E NON RIFERITI

I dispositivi di acquisizione dati spesso utilizzano una variante della tecnica di misura sbilanciata e riferita, nota come **sbilanciata non riferita (NRSE)** o **misura pseudo differenziale**

### NRSE



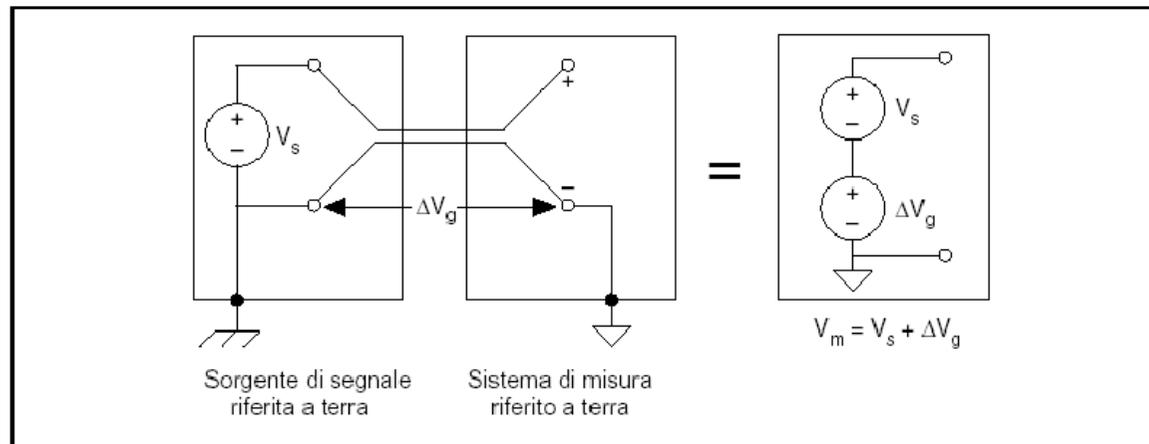
In un sistema di misura NRSE tutte le misure sono ancora fatte rispetto ad un morsetto Analog Input Sense (AISENSE), ma il potenziale a questo nodo può variare rispetto alla terra del sistema di misura (AIGND)

# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## MISURA DI SORGENTI DI SEGNALE RIFERITE

### Misura con sistema riferito (RSE)

Se venisse utilizzato un sistema riferito si avrebbe  $V_m = V_s + \Delta V_g$



**$\Delta V_g$  (tensione di modo comune) può avere una componente in c.c. (Offset) e una componente in a.c. (rumore)**

Un sistema di misura riferito a terra può ancora essere usato se i livelli di tensione del segnale sono alti e i collegamenti d'interconnessione tra la sorgente e il dispositivo di misura hanno una bassa impedenza

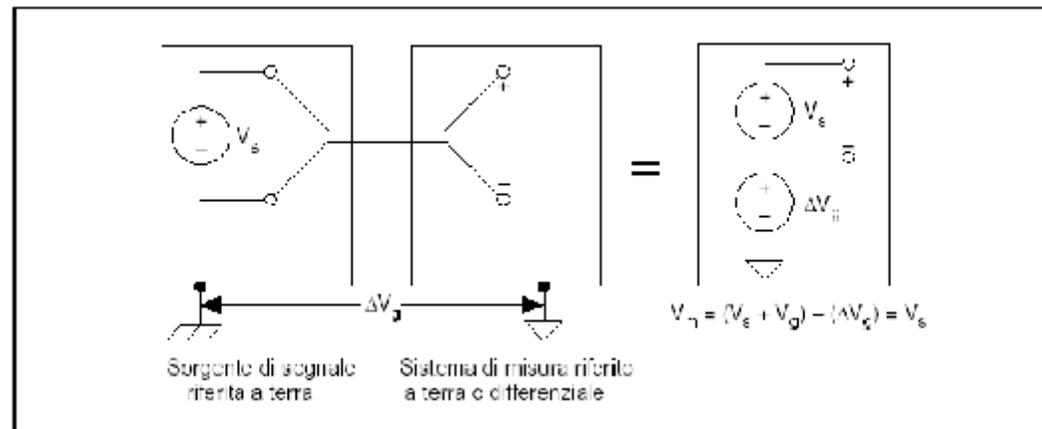
Se il sistema di misura è riferito a terra sarà necessario osservare la polarità della sorgente di segnale messa a terra

# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## MISURA DI SORGENTI DI SEGNALE RIFERITE

### Misura con sistema differenziale (DIFF o NRSE)

Una sorgente di segnale messa a terra viene misurata meglio con un sistema di misura differenziale



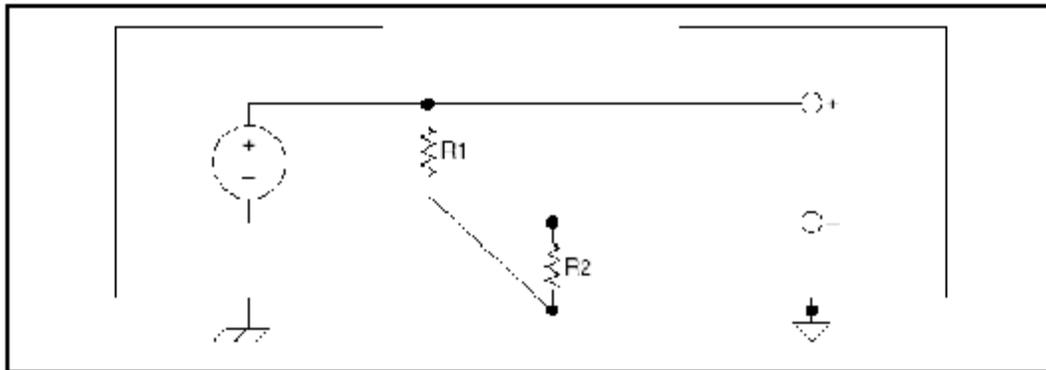
**La tensione di modo comune ( $\Delta V_g$ ) viene respinta dalle configurazioni DIFF e NRSE**

# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## MISURA DI SORGENTI DI SEGNALE FLOATING

### Misura con sistema differenziale (DIFF o NRSE)

E' necessario che il livello della tensione di modo comune del segnale rispetto alla terra del sistema di misura rimanga nell'intervallo d'ingresso del modo comune del dispositivo di misura in modo da evitare la saturazione dell'amplificatore



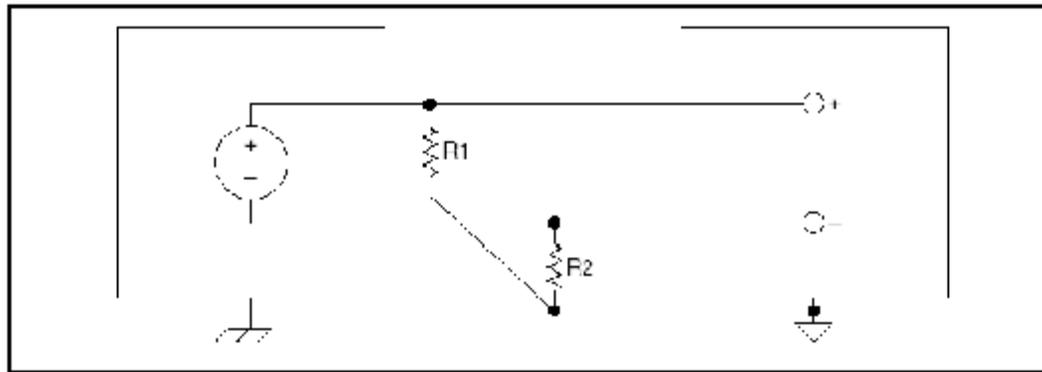
I resistori di polarizzazione  $R1$  e  $R2$  vincolano i potenziali della sorgente e l'AIGND evitando la saturazione dell'amplificatore

# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## MISURA DI SORGENTI DI SEGNALE FLOATING

Misura con sistema differenziale (DIFF) di sorgenti in c.c.

Se  $Z_{int} < 100\Omega$  si possono scegliere  $R1 = \infty$  e  $R2 = 0$



Se  $Z_{int} > 100\Omega$  e  $R1 = \infty$  e  $R2 = 0$  la connessione risulterebbe sbilanciata: il rumore elettrostatico si accoppia solo sul morsetto non collegato a AIGND e poiché viene visto come una tensione di **modo differenziale** non è respinto

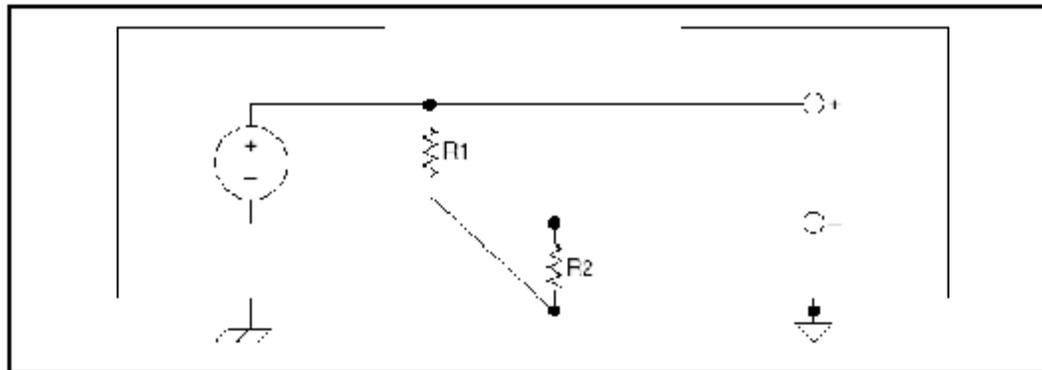
# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## MISURA DI SORGENTI DI SEGNALE FLOATING

### Misura con sistema differenziale (DIFF) di sorgenti in c.c.

Se  $Z_{int} > 100\Omega$  si può bilanciare il sistema ponendo:

$$R1 = \infty \quad \text{e} \quad R2 = 100 * Z_{int}$$



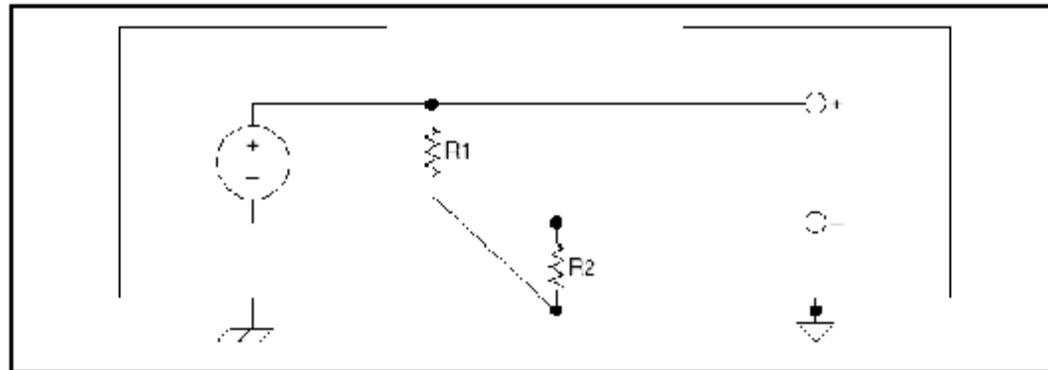
Il resistore R2 tende a bilanciare il segnale, così che all'incirca la stessa quantità di rumore si accoppia su entrambe le connessioni, portando ad una migliore reiezione del rumore accoppiato elettrostaticamente

# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## MISURA DI SORGENTI DI SEGNALE FLOATING

**Misura con sistema differenziale (DIFF) di sorgenti in c.c.**

Si può bilanciare completamente il percorso del segnale scegliendo  $R1 = R2$



In questo modo si ha un'ottima reiezione al rumore elettrostatico che accoppiandosi in modo uguale su entrambi gli ingressi si presenterà come una tensione di **modo comune**

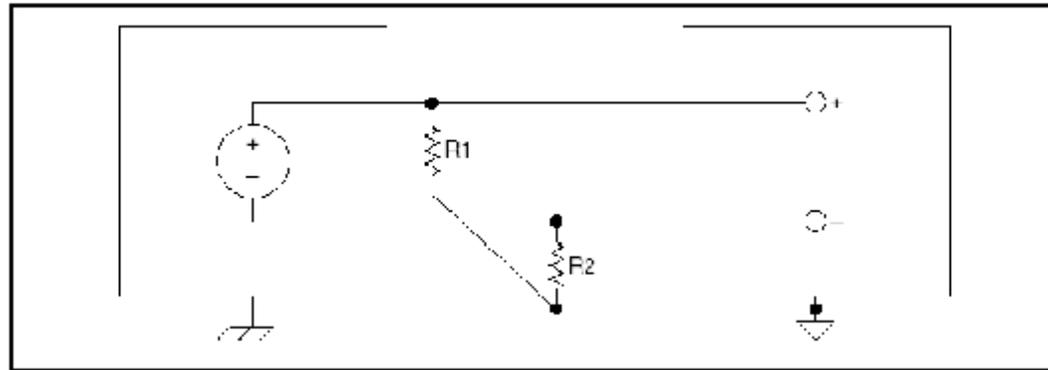
La **sorgente viene “caricata”** dalla serie  $R1+R2$

# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## MISURA DI SORGENTI DI SEGNALE FLOATING

**Misura con sistema differenziale (DIFF) di sorgenti in a.c.**

L'amplificatore necessita di un resistore tra l'ingresso positivo e il morsetto AIGND



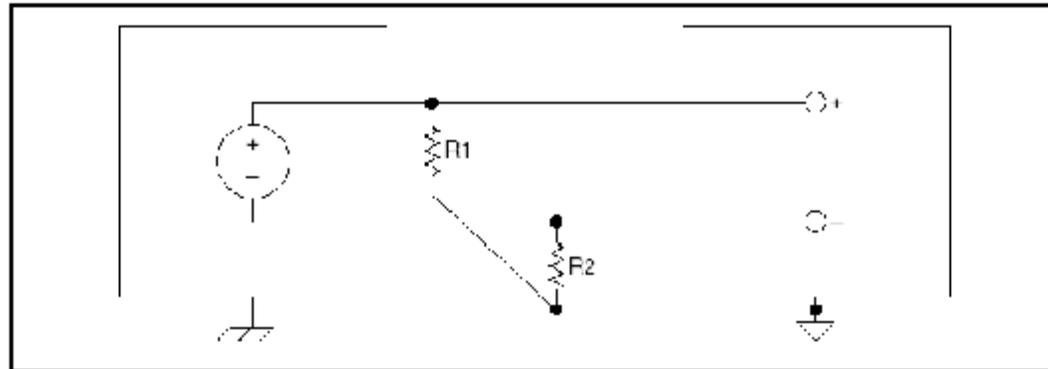
Se  $Z_{int} < 100\Omega$  si può scegliere  $R2 = 0$  e  $R1 = 100k\Omega - 1M\Omega$  in modo da non caricare troppo il circuito ed evitare tensioni di offset elevate

# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## MISURA DI SORGENTI DI SEGNALE FLOATING

Misura con sistema differenziale (DIFF) di sorgenti in a.c.

Se  $Z_{int} > 100\Omega$ , bisognerebbe bilanciare il percorso del segnale con  $R1 = R2$



In questo modo si ha un'ottima reiezione al rumore elettrostatico che accoppiandosi in modo uguale su entrambi gli ingressi si presenterà come una tensione di **modo comune**

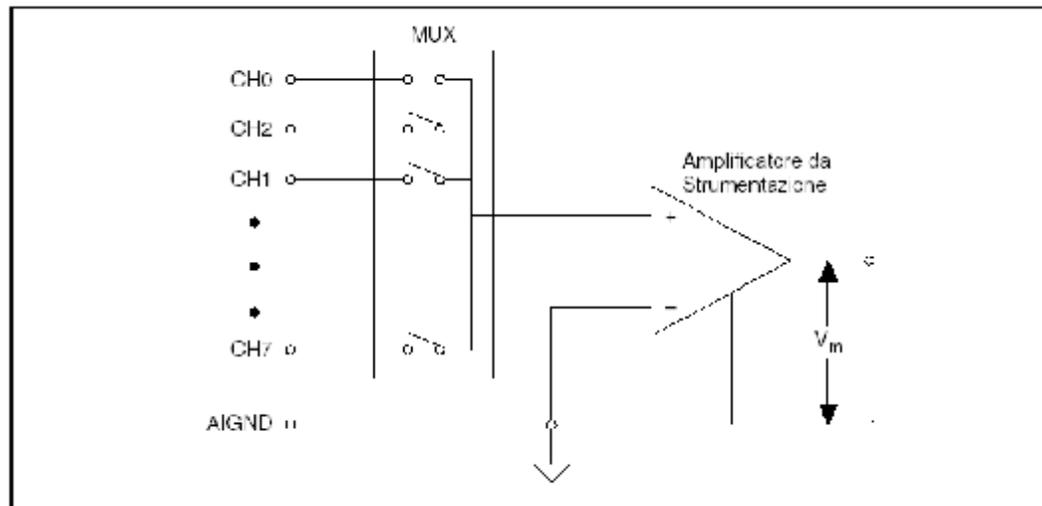
La **sorgente viene “caricata”** dalla serie  $R1+R2$

# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## MISURA DI SORGENTI DI SEGNALE FLOATING

### Misura con sistema riferito (RSE)

Se la sorgente è in c.c non sono necessari i resistori di polarizzazione perché il morsetto negativo dell'amplificatore è già collegato ad AIGND

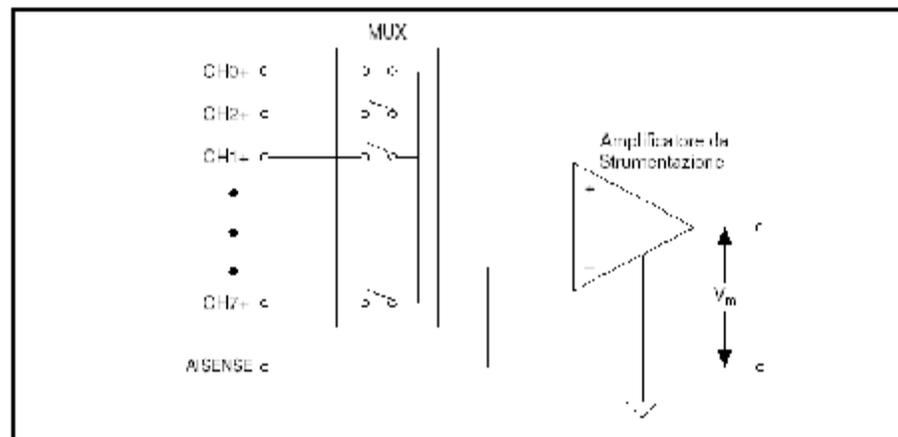


In questo caso non c'è il problema della tensione di modo comune perché non si crea l'anello di terra

# Connessione di dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

## MISURA DI SORGENTI DI SEGNALE FLOATING

### Misura con sistema riferito (NRSE)



Può anche essere utilizzato il sistema d'ingresso NRSE ed esso è preferibile nei confronti del rumore. Anche in questo caso, sorgenti floating richiedono resistori di polarizzazione tra l'ingresso AISENSE e la terra del sistema di misura (AIGND)

# Connessione di un dispositivo DAQ ad una sorgente di segnale analogica

Ingresso	Tipo di sorgente del segnale	
	Sorgente di segnale floating (Non collegata alla terra dell'edificio)	Sorgente di segnale riferita a terra
	<p>Esempi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Termocoppie non riferite a terra</li> <li>• Condizionamento di segnale con uscite isolate</li> <li>• Dispositivi a batteria</li> </ul>	<p>Esempi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strumenti Plug-In con uscite non isolate</li> </ul>
Differenziale (DIFF)		
Riferito a terra Sbilanciato (RSE)		<p><b>SCONSIGLIATO</b></p> <p>Perdite sul piano di terra <math>V_g</math> vengono aggiunte al segnale misurato</p>
Non riferito a terra Sbilanciato (NRSE)		

I resistori di polarizzazione sono sempre necessari quando si usano sistemi di misura non riferiti e le sorgenti sono floating

I resistori di polarizzazione bilanciano il percorso del segnale in modo da ridurre l'effetto del rumore elettrostatico

Se la sorgente è accoppiata in c.a. è necessario un resistore di polarizzazione sul morsetto positivo dell'amplificatore anche in RSE