

## Il collegamento dei sensori

In un sistema d'automazione industriale il collegamento dei sensori rappresenta un elemento importantissimo da tenere assolutamente in considerazione

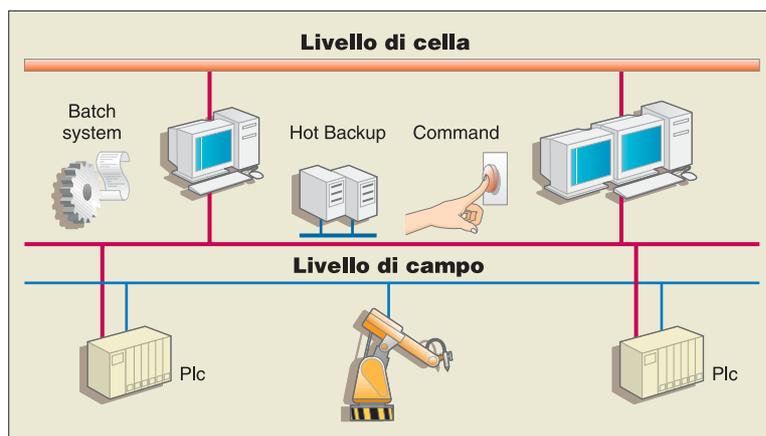
ROBERTO ACCOMANDO

**P**urtroppo, nella realizzazione di un sistema di automazione industriale, la parte che riguarda i sensori o più in generale l'acquisizione è spesso trascurata ritenendola erroneamente semplice, scontata o addirittura banale. In effetti, la comprensione dei dispositivi utilizzati per l'acquisizione dei segnali, la loro connessione e il modo con cui queste informazioni vengono elaborate sono in realtà un pilastro fondamentale di qualunque sistema di automazione industriale.

### I sensori... ma cosa sono?

Prima di addentrarci nel dettagliare le principali caratteristiche di un buon sistema di collegamento dei sensori, è necessario soffermarsi a comprendere cosa sono e come funzionano le principali tipologie di sensori presenti sul mercato. Ovviamente è necessario partire dalla definizione di sensore. Questo è definibile come quell'elemento fisico che trasforma la variazione di una data grandezza (ingresso) nella variazione di un'altra grandezza (uscita), legata alla prima da una trasformazione nota. Una caratteristica importantissima di un comune sensore è il fatto di essere 'elettrico' in quanto la grandezza di uscita è una grandezza elettrica. E' necessario precisare come per trasduttore si intenda invece l'insieme di un

senore e degli eventuali circuiti elettronici necessari a fornire un segnale di uscita con determinate caratteristiche standard. I sensori più diffusi in ambito industriale consentono la rilevazione di differenti grandezze fisiche quali temperatura, forza, flusso, pressione, livello, posizione, velocità angolare, vibrazioni, ecc. Ecco dunque che si comprende come, proprio grazie all'utilizzo di sensori elettrici, grandezze fisiche di fondamentale importanza all'interno di un processo produttivo (si pensi alla temperatura o pressione) possono essere monitorate per assicurare un'efficiente lavorazione. Immediatamente dopo la definizione, il secondo passo da compiere quando si vuole comprendere la tematica dei sensori è cercare di farne una



Rappresentazione di un bus di campo

classificazione per meglio orientarsi tra i numerosi prodotti presenti sul mercato. Volendo quindi cercare di fare ordine si potranno suddividere i diversi sensori in attivi e passivi. Questa catalogazione pone le sue fondamenta nel modo in cui da un sensore si ottiene il segnale di uscita. In un sensore attivo (self-generating sensor) la potenza viene assorbita dal processo fisico osservato e trasformata in potenza elettrica in uscita. Viceversa, in un sensore passivo il fenomeno fisico osservato modifica alcune caratteristiche elettriche del sensore, che possono essere evidenziate alimentandolo con una sorgente ausiliaria. Ecco dunque come, già accennato precedentemente, in un sensore attivo la potenza assorbita dal processo fisico osservato si traduce in potenza elettrica, con una data efficienza e di conseguenza, il modello equivalente di un sensore attivo è il generatore equivalente (di tensione o di corrente). Volendo invece 'costruire un modello' del sensore si potrà guardare innanzitutto al bilancio delle potenze per cui varrà l'uguaglianza  $P_{out} = P_{in} - P_{diss} + P_{ext}$ ; dove  $P_{diss}$  rappresenta la potenza dissipata all'interno del sensore e  $P_{ext}$  il possibile contributo (indesiderato) di altre grandezze fisiche agenti sul sensore. Volendo fare degli esempi di queste tipologie di sensori potremo citare le famosissime termocoppie o, alla stessa maniera, i sensori piezoelettrici. La seconda macro categoria accennata precedentemente è rappresentata dai sensori passivi. Questi, a differenza di quelli attivi, richiedono un'alimentazione ausiliaria esterna e, ovviamente, cercando di darne una rappresentazione elettrica, ne verrà che il modello equivalente di un sensore passivo è una rete elettrica passiva, più o meno complessa. Ecco dunque che soltanto considerando anche la sorgente ausiliaria è possibile ottenere un generatore equivalente. Una caratteristica importante che è bene tenere a mente avendo a che fare con sensori elettrici passivi è rappresentato dal fatto che l'effetto di carico sul processo osservato può essere poco significativo, in quanto l'alimentazione ausiliaria provvede a fornire la potenza associata al segnale di uscita. Ecco dunque che il sensore può essere contemporaneamente interessato anche dagli effetti di altre grandezze (molte volte indesiderate). Gli esempi più comuni di questa tipologia di sensori sono gli strain-gauge, i fotoresistori o i ben noti sensori capacitivi.

### Tipologia di sensori

Come accennato precedentemente, per riuscire ad avere confidenza con un argomento molto diffuso come quello dei sensori, è necessario riuscire a catalogare i vari prodotti presenti sul mercato. Precedentemente abbiamo visto che una prima 'catalogazione' può essere fatta partendo da una delle caratteristiche principali di un sensore, cioè il fatto di essere o meno attivo. Questa caratteristica avrà una serie di conseguenze quali, ad esempio, la definizione del circuito equivalente o il suo potenziale utilizzo. Tutto questo, oltre a permettere una completa descrizione e conoscenza del sensore, ne influenzerà il suo utilizzo nelle diverse applicazioni industriali. E' necessario

però ricordare come, anche la tecnologia realizzativa o il principio fisico che sta alla base della trasduzione dovrà essere considerato per meglio comprendere il dispositivo che stiamo osservando. Ecco dunque che i sensori possono essere catalogati anche in base alla grandezza fisica monitorata che permette una trasformazione del segnale errore nei diversi domini. Utilizzando questo principio, i sensori possono essere catalogati in sensori resistivi, capacitivi o piezoelettrici. Nei sensori resistivi, la grandezza elettrica che viene variata al variare della grandezza fisica da controllare è la resistenza. La maggior parte dei sensori resistivi è costituito da un resistore omogeneo, avente resistività  $r$ , lunghezza  $l$  e sezione media  $S$  che, come è noto, presenta tra i suoi estremi una resistenza che, genericamente, si può scrivere  $R = rF$ , dove  $F$  indica un fattore che tiene conto della geometria del resistore. Si possono distinguere sensori resistivi basati su variazioni di resistività (per esempio, termoresistori, fotoresistori) o della geometria (per esempio, strain-gauge, sensori potenziometrici). Analogamente ai sensori resistivi, nei sensori capacitivi la grandezza elettrica responsabile della variazione del comportamento elettrico del componente al variare della grandezza monitorata è la capacità. Il principio di funzionamento si basa su un condensatore a facce piane e parallele che, come è noto presenta una capacità

**STILO**  
**GRAFICA**  
Industrial PC's Card  
Wireless Solutions

Panel PC

Accessories:

PC 164 SBC

NuDAQ ISA

NuDAM RS-485

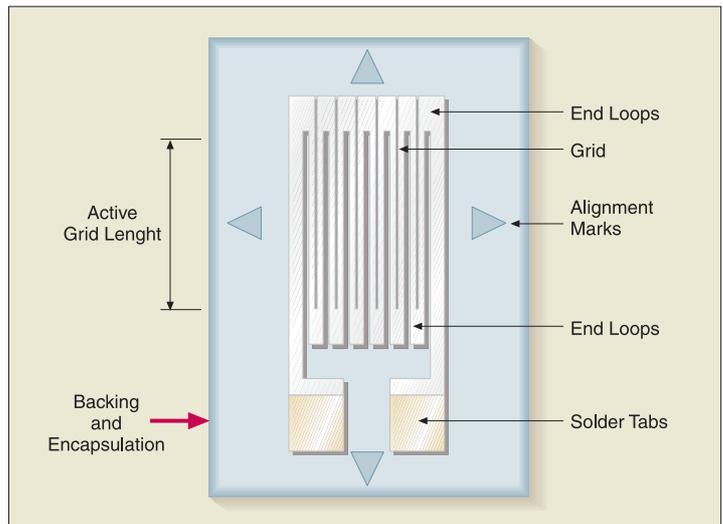
Servo motors

Via Caduti Senza Croce, 2 - Baggiovvara (MO)  
Tel. 059 512181/88 - Fax 059 512152/48  
info@stilograficasnc.com www.stilograficasnc.com

readerservice.it n.16575

Che tiene conto della geometria del condensatore (e.g. superficie, distanza tra i piani, costante dielettrica). Ecco dunque che al variare di una di queste caratteristiche fisiche varierà la capacità del sensore. Si possono distinguere sensori capacitivi basati sulle variazioni della costante dielettrica (per esempio, livello, densità) o della geometria (per esempio, posizione). In ultimo, i sensori piezoelettrici basano il loro principio di funzionamento su alcuni materiali che, sottoposti a una forza, manifestano un comportamento elettrico. Infatti, nei materiali piezoelettrici le molecole costituiscono dei dipoli elettrici, il cui orientamento può cambiare per effetto della forza applicata. Ecco dunque che se a una piastrina di materiale piezoelettrico viene applicata una forza, sulle facce della piastrina compare una carica superficiale ed è quindi rilevabile una differenza di potenziale che dipende dall'intensità della forza applicata. L'effetto della forza esterna sull'orientamento dei dipoli elettrici è di breve durata e di conseguenza l'effetto piezoelettrico è utilizzabile per rilevare variazioni di forza. Inoltre, l'effetto piezoelettrico è reversibile e quindi consente di trasformare potenza meccanica in potenza elettrica, e viceversa. Da queste considerazioni si intuisce come i sensori piezoelettrici sono utilizzati per realizzare sensori di forza.

implementata per realizzare la comunicazione ha come riferimento il modello ISO/OSI che è stato utilizzato come linea guida nella scrittura dei protocolli di comunicazione. Da questi due aspetti, ne viene che i bus di campo implementati a tutti gli effetti dei sistemi aperti in grado cioè di permettere la connessione e la comunicazione di apparecchiature di costruttori diversi. Essi, dal punto di vista teorico, possono essere realizzati secondo differenti topologie, a seconda della modalità di



**Gli strain-gauge sono tra i più comuni sensori resistivi**

## L'importanza del collegamento

Una volta compreso cosa sono e come funzionano i sensori, si può facilmente intuire la loro importanza all'interno di qualunque realtà produttiva che utilizza un sistema di automazione industriale e di come l'informazione che essi posseggono deve essere trasportata lì dove ci sono dei controllori atti ad elaborarla. Il mezzo di comunicazione per eccellenza utilizzato per il collegamento dei sensori è senza dubbio il bus di campo. I bus di comunicazione di campo, o fieldbus, sono ottimizzati sulle caratteristiche dei livelli di cella e campo. Essi sono nati, infatti, per collegare i controllori a sensori e attuatori e quindi per gestire il trasferimento di limitate quantità di dati in tempi estremamente ridotti.

Prima di dettagliare quali sono i principali vantaggi portati dall'utilizzo di bus di campo nella gestione dei sensori, proviamo velocemente a far memoria della sua definizione. Un bus di campo (fieldbus), definito in ambito IEC (International Electrotechnical Commission), è il termine fissato per indicare in un processo automatizzato lo standard di comunicazione 'seriale' tra i diversi dispositivi (nodi) costituenti il processo, quali: dispositivi di campo e dispositivi di controllo. Un'importante caratteristica dei bus di campo, da cui deriva anche un importante vantaggio, è rappresentata dal fatto che la comunicazione tra i nodi è gestita secondo un protocollo che è caratteristico di ogni tipo di bus di campo. Inoltre, caratteristica ancora più importante è rappresentata dal fatto che la struttura

interconnessione dei diversi nodi o della metodologia di accesso alla risorsa comune rappresentata dalla banda del bus. I principali tipi di bus di campo realizzano dunque delle 'reti' ad anello, a stella o a bus. Il fieldbus maggiormente utilizzato è indubbiamente quello realizzato mediante una topologia a bus con un protocollo di comunicazione Ethernet. In effetti, il protocollo Ethernet rappresenta una soluzione con molte peculiarità. Infatti, la maggior parte dei sensori viene già fornita con la possibilità di connettersi a una rete Ethernet.

Inoltre, un altro aspetto che ha permesso una così grande affermazione di Ethernet come standard è che, senza usare ripetitori, i moduli Ethernet possono lavorare fino a 85 metri di distanza dal computer host. Inoltre, la sua così ampia diffusione rende possibile molti altri servizi, o meglio, tutti quei servizi che si basano sullo standard Ethernet per comunicare.

Ecco dunque che è possibile integrare all'interno della rete altri dispositivi mirati ad esempio all'acquisizione dei dati o periferiche Gpib. Un ulteriore aspetto da ricordare volendo parlare di Ethernet come protocollo per la realizzazione di un sistema di controllo è che, essendo Ethernet estremamente diffuso nella realizzazione di reti locali unito al fatto che esso è in grado di supportare il protocollo TCP/IP; ne viene che è possibile in linea di principio remotizzare il controllo dei vari moduli a un computer host presente in un'altra rete locale o in un altro punto del 'world wide web'. ■