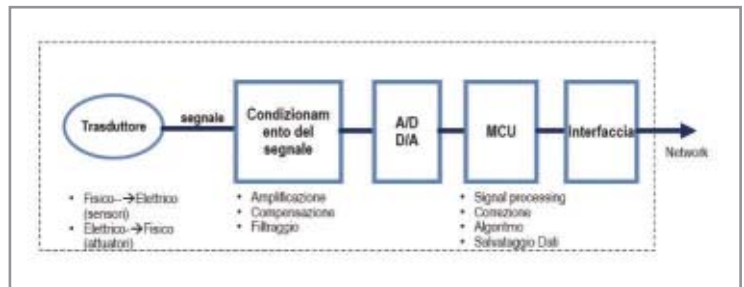


Stupidi sensori addio

Evoluzione dei vecchi sensori analogici, i sensori Teds sono in grado di autoidentificarsi e gestire parametri operativi di processo

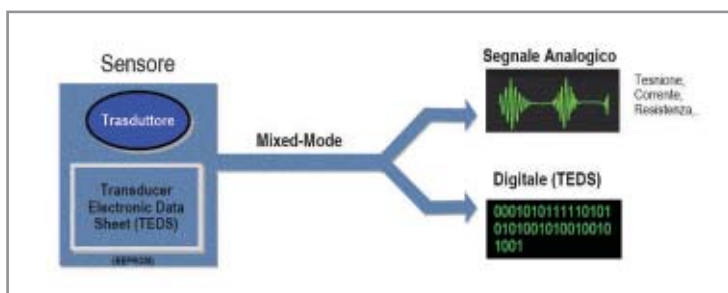
DANIELE CATTANEO

Vecchi sensori analogici addio. Le ultime generazioni di sensori incorporano nel trasduttore particolari circuiti in grado di elaborare le informazioni e trasmetterle all'esterno in formato digitale (oltre naturalmente alla capacità di rilevare grandezze di tipo chimico-fisico). Tecnicamente sono costituiti da un trasduttore vero e proprio per la trasformazione del valore della grandezza chimica, fisica o elettrica in segnale elettrico, da un microcircuito per l'amplificazione e il condizionamento del segnale (generalmente si tratta di un circuito analogico), da un convertitore analogico-digitale, da un microprocessore con memoria dedicata (per i dati e per i programmi) e da un'interfaccia di comunicazione. I componenti, di per sé, indicano come di fatto avvenga il processo di rilevazione da parte del sensore: una volta ottenuto il segnale elettrico attraverso il trasduttore, lo stesso segnale è amplificato e successivamente filtrato per eliminarne il rumore. Il convertitore rende il segnale una sequenza numerica el-



Modello generale di un sensore intelligente; il segnale è amplificato e successivamente filtrato per eliminarne il rumore, il convertitore rende il segnale una sequenza numerica elaborata dal microprocessore e trasmessa al mondo esterno attraverso l'interfaccia

borata dal microprocessore e trasmessa al mondo esterno attraverso l'interfaccia. L'interfaccia di comunicazione è uno degli aspetti innovativi del dispositivo: la possibilità di comunicare in modalità wireless, per esempio, consente applicazioni interessanti attraverso Hi-Fi e Bluetooth nei settori delle telecomunicazioni, biomedico e dell'automazione in genere.



La necessità di uno standard

Nei primi anni '90 la necessità di commercializzare trasduttori in grado di interfacciare

I sensori plug&play presentano caratteristiche sia digitali (per l'accesso alla memoria Teds), sia analogiche (per le misurazioni)

TEDS STRUCTURE	
Basic TEDS	
Standard and Extended TEDS (fields will vary according to transducer type)	
User Area	

Example A. IEP Accelerometer	
Manufacturer ID	43
Model ID	7113
Version Letter	B
Serial Number	0071F
Calibration Date	Jun 29, 2000
Sensitivity @ ref	1.09E-03 m/Vg
Reference frequency	1000 Hz
Reference temp.	23 °C
Measurement range	±50g
Electrical output	±5 V
Quality factor	300E-3
Temp. coefficient	-0.48 %/°C
Direction (x,y,z)	X
Sensor Location	Strut 3A-g2
Calibration file data	April 15, 2002

Example B. Bridge (mV/V) Load Cell	
Manufacturer ID	21
Model ID	19
Version Letter	D
Serial Number	0008451
Calibration Date	Feb 10, 2001
Measurement range	±100 mF
Electrical output	±3.01 m/VV
Bridge impedance	330 Ω
Excitation, nominal	10 VDC
Excitation, maximum	7 VDC
Excitation, minimum	18 VDC
Response time	5 ms
Sensor Location	R32-1
Cal. record ID	548-01.23

Esempio di dati memorizzati nel Teds per due applicazioni differenti

ciarsi con la maggior parte dei tipi di reti di controllo rappresentava già una voce di costo non trascurabile per i produttori di trasduttori e di sensori.

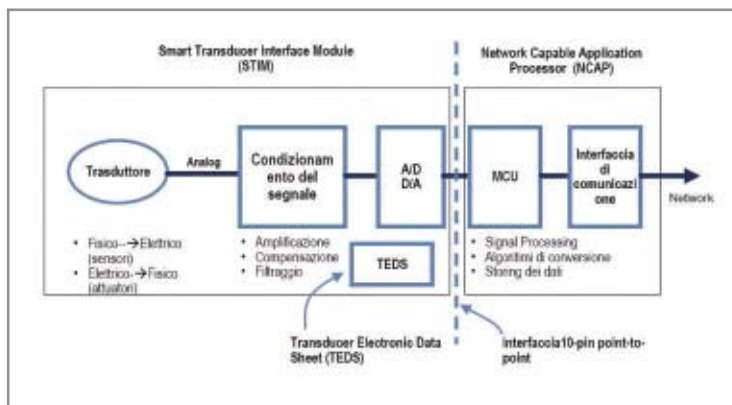
L'esigenza è stata colta dai maggiori organismi internazionali a partire dal comitato tecnico di Ieee (Institute of electrical and electronics engineers) e dall'americano Nits (National institute of standards and technology): il docu-

mento ufficiale prende così i connotati della direttiva Ieee 1451 e ha l'obiettivo di mettere in ordine l'intero settore dei sensori definendo una categoria di sensori plug&play compatibili con un unico standard. La direttiva si compone principalmente di quattro parti.

Ieee 1451.1 definisce un particolare processore, Ncap (Network capable application processor), indipendentemente dalla rete; sono definiti il modello logico e fisico del trasduttore, le sue strutture dati e la modalità di funzionamento.

Ieee 1451.2 definisce il Teds (Transducer electronic data sheet) per il modulo d'interfaccia del sensore intelligente (Stim, Smart transducer interface module) e specifica l'interfaccia digitale e i protocolli di comunicazione tra il modulo d'interfaccia del sensore intelligente e il processore per la rete Ncap.

In Ieee 1451.3 viene proposta un'interfaccia digitale standard, definita Tbim (Transducer bus interface module), che rende possibile la connessione di più trasduttori fisicamente separati tra loro; lo standard può essere utilizzato in ambienti molto disturbati dove non sia possibile utilizzare i Teds, ovvero i dati elettronici, con il trasduttore, oppure in applicazioni in cui i trasduttori sono distribuiti su un'area dove non è possibile installare un

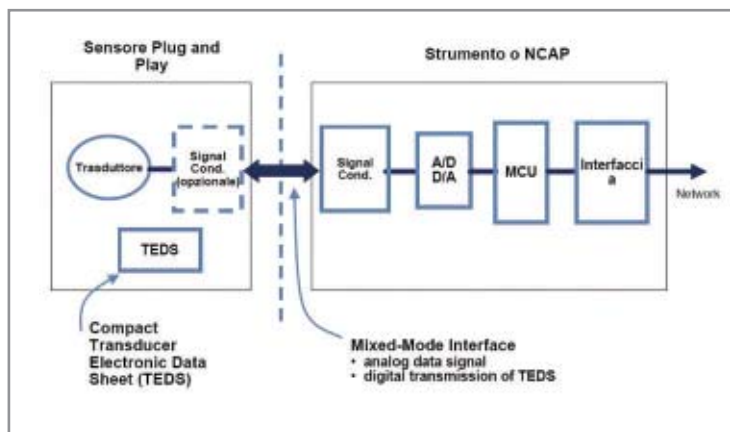


Schema dello standard IEEE 1451.2 con evidenza del modulo d'interfaccia (Stim) e del processore di rete (Ncap)

processore di rete Ncap per ciascun canale del trasduttore. IEEE 1452.4, infine, presenta un'interfaccia standard che consente di operare in modalità mista (mixed mode) ai trasduttori analogici: operando in modalità digitale il trasduttore trasferisce i dati presenti nel Teds all'accensione del sistema, oppure eseguendo un comando; dopo aver trasmesso i dati il trasduttore ritorna in modalità analogica e invia i segnali analogici primari del sensore.

Per rendere le cose più semplici

Lo standard IEEE 1451.4, in particolare, riduce il tempo e le difficoltà che riguardano la configurazione del sensore. Definisce,



Nello standard IEEE 1451.4 è introdotta un'interfaccia mixed mode per processare il segnale analogico della misurazione e quello digitale di accesso al Teds

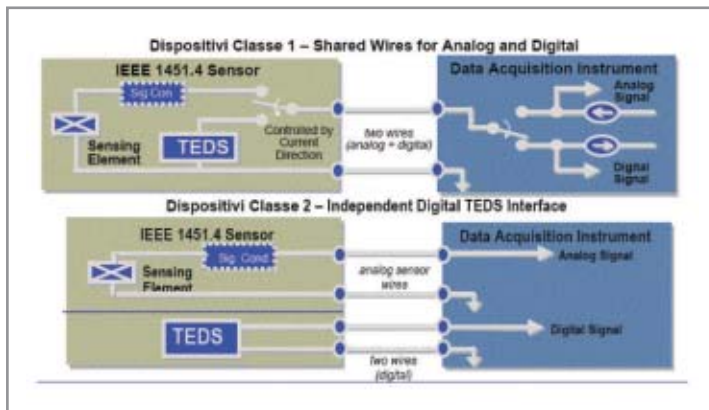
Glossario

Stim (Smart transducer interface module). Il modulo d'interfaccia Stim è il nodo remoto e di rete del trasduttore. Può supportare uno o più canali collegando sia sensori, sia attuatori (lo standard specifica un massimo di 255 canali). Il controllo e i dati associati al canale sono digitali; le funzioni d'innesco, di stato e di controllo sono fornite per supportare il corretto funzionamento del canale. **Ncap** (Network capable application processor). Il modulo d'interfaccia Stim è controllato da un processore Ncap che si interpone tra lo stesso modulo Stim e la rete di controllo per cui fornisce un'intelligenza locale. Lo standard IEEE 1451.1 definisce un modello indipendente dalla rete per un processore Ncap, quindi descrive come gli Ncap possono adattarsi a diversi standard di rete o bus di campo. **Teds** (Transducer electronic datasheet). Ogni modulo d'interfaccia Stim deve contenere un'area di memoria scritta in un ben definito formato elettronico che descrive la stessa Stim e ciascun canale del trasduttore. Quest'area di memoria è proprio il Teds ed è suddivisa in sezioni per la descrizione dei differenti aspetti dello Stim e dei canali del trasduttore. **TII** (Transducer Independent Interface). Lo Stim comunica con la rete attraverso TII; questo, quindi, collega Stim e Ncap. Fisicamente TII è un bus seriale di I/O a 10 fili.

si utilizzano invece i Teds Virtuali (Virtual Teds), dispositivi che permettono di fornire al sensore la stessa area elettronica dei dati ma nel formato di un file. Il Teds, quindi, ha un ruolo determinante: è proprio attraverso esso che un sensore si identifica e si autodecrive nel sistema di acquisizione con cui è connesso. La possibilità di essere plug&play, invece, fornisce ai progettisti e agli utilizzatori vantaggi come un rapido set-up del sistema, una diagnostica migliore, tempi ridotti d'intervento per la riparazione e la sostituzione del sensore, una migliore gestione delle risorse e migliore efficienza nel processo di calibrazione dei dati.

Un tuffo in IEEE 1451.4

IEEE 1451.4 può definirsi lo standard per l'interfaccia mixed mode dei sensori intelligenti (quelli che spesso sono detti smart sensor) e definisce il meccanismo per aggiungere una tecnologia di autoidentifica-



Nei dispositivi di Classe 1 i fili per il segnale analogico e digitale sono condivisi, nei dispositivi di Classe 2 l'interfaccia digitale al Teds è indipendente

zione ai tradizionali sensori e attuatori analogici. Lo standard, sviluppato da progettisti e costruttori di sensori e dai fornitori di software e strumenti di misurazione, chiarisce il concetto di trasduttore mixed mode in grado di supportare sia un'interfaccia analogica, sia una digitale. L'interfaccia elettronica analogica fornisce il segnale per gestire le informazioni di fenomeni fisici (temperatura,

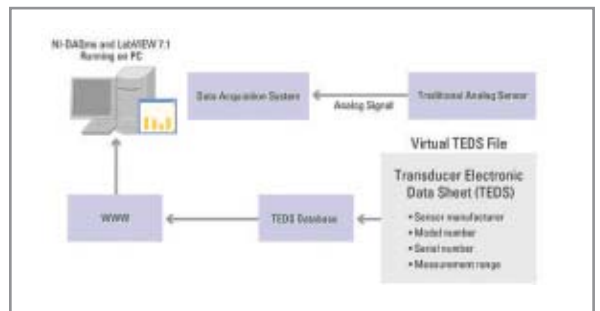
pressione, forza ecc...) nella modalità tradizionale. Un sensore intelligente Teds dispone però anche di un'interfaccia digitale per comunicare con il dispositivo di memoria integrato nel trasduttore; la memoria contiene informazioni binarie sul Teds che identificano e descrivono il sensore o l'attuatore (il Teds contiene informazioni su: produttore, numero del modello del sensore, numero seriale, intervallo di misurazione, sensibilità e calibrazione del sensore). Storicamente, quando si inizia e si configura un sistema di misurazione è necessario introdurre manualmente nel sistema alcuni importanti parametri del sensore, come l'intervallo di misurazione, la sensibilità e il fattore di scala, in modo da mettere il software nelle condizioni di convertire e interpretare correttamente i dati del sensore. Ora, invece,

un sistema dotato di sensori Teds può automatizzare le fasi d'inizializzazione e configurazione e, allo stesso tempo, migliorare l'integrità, l'affidabilità e la sicurezza del sistema stesso. Esistono naturalmente anche altre tecnologie di sensori intelligenti plug&play, ma lo standard Ieee 1451.4 è l'unico a offrire la possibilità di mantenere l'uscita analogica del sensore. Le due componenti princi-

pali dello standard Ieee 1451.4 sono i formati dati standardizzati (Teds) e l'interfaccia mixed mode.

Nel cuore dello standard

Il cuore dello standard Ieee 1451.4 è la definizione del Teds, la struttura di informazioni che contiene i dati critici del sensore per abilitare le operazioni plug&play. Il Teds, tipicamente residente in una Eeprom integrata nel sensore, è utilizzato dal sistema di misurazione attraverso una semplice interfaccia seriale a basso costo. Lo standard definisce la struttura del Teds in modo tale che possa essere molto compatta e al contempo sufficientemente flessibile ed estensibile, in modo da soddisfare il maggior numero di requisiti e gestire il maggior numero di tipi di sensori possibile. L'informazione nel Teds è divisa in più settori chiave: la prima sezione, la sezione base, contiene le informazioni richieste per l'identificazione del sensore (compreso il produttore, il numero del modello e il numero seriale del sensore). La sezione base può essere seguita da uno standard Ieee Teds che contiene informazioni specifiche sul sensore: tipicamente i dati per configurare adeguatamente l'interfaccia elettronica e convertire i valori delle misurazioni in unità ingegneristiche (alcuni parametri caratteristici di questa sezione sono: l'intervallo di misurazione, l'intervallo elettrico di uscita, la sensi-



Nei Teds virtuali le informazioni sono memorizzate su file accessibili dalla rete o via Web

bilità, i requisiti di potenza e i dati di calibratura). La sezione standard del Teds descrive invece ogni elemento necessario per eseguire una misurazione utilizzando il sensore. Ieee 1451.4 specifica anche un insieme di formati standard Teds (in sostanza dei modelli) per differenti tipi di sensori. I modelli forniscono i mezzi con cui il sistema di misurazione converte i dati binari memorizzati nella Eeprom del sensore Teds (o nel file del sensore Teds Virtuale) in norme di funzionamento significative per quel sensore. La collezione dei modelli include accelerometri e microfoni Iepe (alimentazione a corrente costan-

te), sensori di pressione Iepe, trasduttori di carico e di forza, termocoppie, sensori resistivi, sensori di sforzo ecc. Naturalmente è possibile definire dei modelli personalizzati per gestire parametri e requisiti particolari.

L'ultima sezione dei Teds è disponibile agli utilizzatori per memorizzare dati personalizzati e le informazioni residenti nel sensore, proprietà molto utilizzata per memorizzare la localizzazione di un sensore (per esempio un ID d'identificazione), informazioni di manutenzione o tipiche del cliente.

Un'interfaccia tuttofare

Un sensore intelligente Teds, come definito nello standard Ieee 1451.4, include un'interfaccia mixed mode per gestire sia un segnale analogico (segnale di misurazione), sia un canale digitale seriale (per accedere alle informazioni del Teds). Lo standard definisce, in particolare, due tipi di interfaccia: Classe 1 e Classe 2. L'interfaccia di Classe 1 è utilizzata per trasduttori piezoelettrici alimentati a corrente costante (accelerometri, microfoni, ecc.) e definisce uno schema per scambiare sequenzialmente tra la modalità analogica e quella Teds digitale sfruttando due fili del traduttore. I trasduttori alimentati a corrente costante, generalmente indicati come Iepe (Integrated electronics for piezoelectric), incorporano un segnale interno alimen-

tato dalla corrente costante fornita dal sistema di controllo: invertendo la direzione della corrente, perciò, il sistema imposta in digitale la modalità operativa del sensore per poter utilizzare così il Teds. Il tipo di sensori più diffuso, tuttavia, utilizza l'interfaccia di Classe 2 che richiede alcuni fili addizionali per la comunicazione digitale col Teds. L'ingresso e l'uscita analogica del trasduttore rimangono invariate e all'interfaccia analogica è aggiunta l'interfaccia Teds a due fili in parallelo. Utilizzando quest'approccio si può implementare il Teds teoricamente con qualsiasi tipo di sensore o attuatore, amplificato o non amplificato (includendo termocoppie, RTD, celle chimiche elettrolitiche ecc.).

Un file che la dice lunga

I dati del Teds possono non risiedere nella Eeprom del sensore: è il caso dei Teds Virtuali. I file di questi ultimi, infatti, sono memorizzati su un computer locale o in una base dati accessibile via Web, così i sensori analogici possono giovare dei vantaggi di un sensore Teds senza la necessità di disporre di una Eeprom integrata.

L'utilizzo di sensori Teds Virtuali può essere valutabile in applicazioni in cui le condizioni operative del sensore vietano l'utilizzo di dispositivi elettronici, come una Eeprom, nel sensore. ■