

# Un documento nel sensore

Maia Sofia Marino

**Gli 'smart sensor' sono trasduttori in grado di rilevare grandezze, ma anche di elaborare e trasmettere informazioni sotto forma di segnali digitali**

I sensori sono solitamente costituiti da un trasduttore, un circuito, un convertitore, un microprocessore e dall'interfaccia di comunicazione.

Mentre il trasduttore, cuore del sensore, è in grado di trasformare il valore della grandezza misurata in un segnale elettrico, il circuito, solitamente analogico, ha il compito di amplificare e condizionare tale segnale attraverso filtri

in frequenza che ne attenuino il rumore associato alla sua parte utile.

Il convertitore esegue la trasformazione del segnale da analogico a digitale, mentre il microprocessore elabora i dati Teds (Transducer Electronic Data Sheet) grazie sia alla memoria sia al programma dedicato di elaborazione delle informazioni. Infine, l'interfaccia di comunicazione trasmette i dati verso l'esterno attraverso modi disparati come la connessione seriale, il bus di campo o le transazioni 'wireless'.

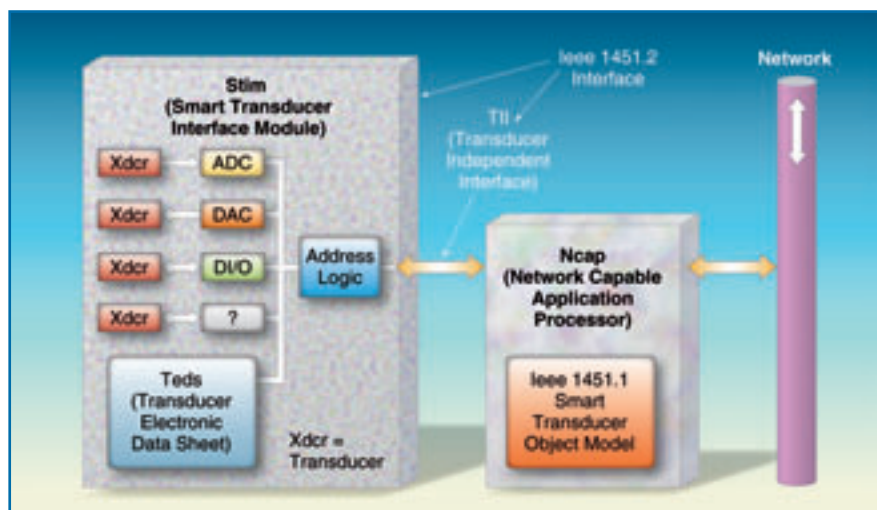
La possibilità di collegare i sensori 'intelligenti' agli apparati assume un ruolo rilevante in relazione alla necessità

sempre più diffusa di connettere in modo semplice e affidabile i trasduttori ai controllori.

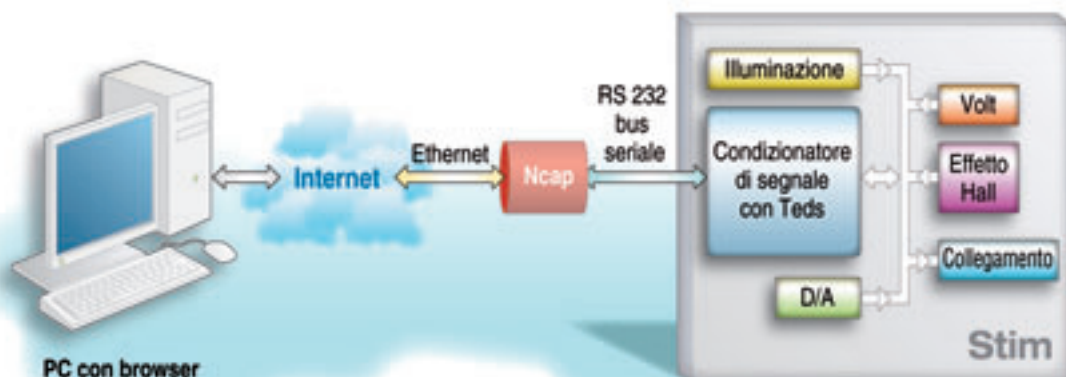
La prassi utilizzata comunemente e le consuetudini, spesso, costituiscono un ostacolo applicativo che lo standard IEC 1451 cerca di abbattere grazie a norme con le quali si intende raggiungere una semplicità e una flessibilità d'uso così come è avvenuto per le schede elettroniche dei PC con l'avvento del modello 'plug & play'.

## Premesse

Lo standard nasce poco prima del 2000 e si prefigge di omogeneizzare le modalità di installazione e scambio informati-

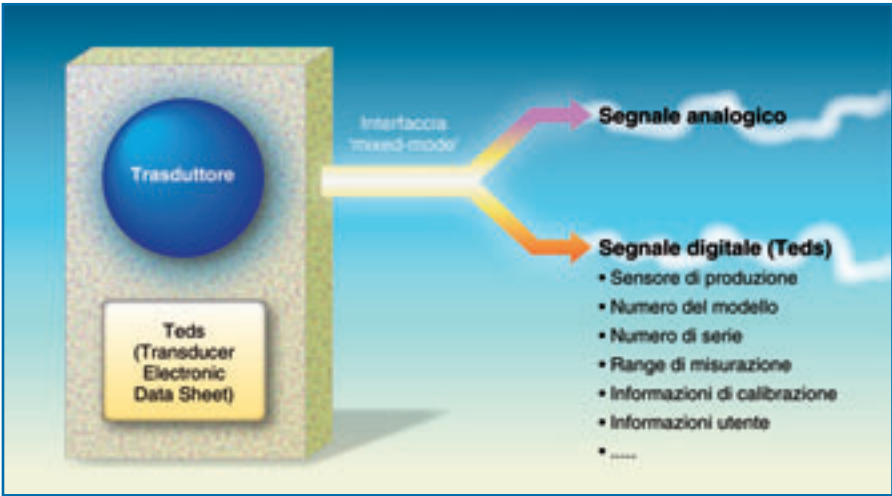


**Struttura dell'interfaccia IEC 1451.2**



**I sensori Teds sono di semplice impiego grazie alla possibilità di aggiornamento e di sostituzione dei trasduttori**

vo tra sistemi. La struttura dello standard è composta da leee 1451.1 che definisce il modello fisico e logico di un trasduttore intelligente per delineare le strutture dei dati e i modi di funzionamento. leee 1451.2 e 3 normano l'interfaccia di comunicazione tra il sensore e il sistema di controllo esterno in due modalità tipologiche di connessione distinte. Tale definizione interessa il livello fisico, attraverso una comunicazione seriale innovativa, ma anche le caratteristiche più generali. Lo standard introduce, infatti, un documento in formato elettronico contenuto nel sensore stesso che caratterizza proprio il modo di funzionare oltre che i parametri del trasduttore. Tale documento elettronico è proprio il Teds che può essere letto dal sistema di controllo per configurarsi in maniera adeguata alle esigenze. leee 1451.4 descrive, infine, le modalità di gestione dei sensori tradizionali oltre che di integrazione nell'architettura di sistema prevista dalle norme.



Il modulo ‘smart transducer’ con Teds integrato

leee 1451

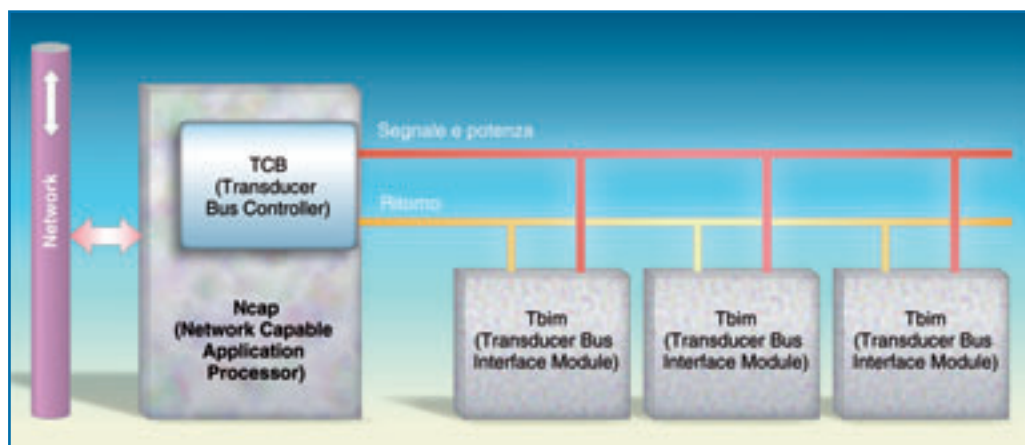
leee 1451.1 (Networked Smart Transducer Model) definisce il modello comune per i sensori ‘networked smart’ oltre alle specifiche di interfaccia software per ogni classe rappresentante il modello stesso. Alcune classi citate generano i servizi, i blocchi e i componenti del trasduttore mentre il modello del sensore networked smart incorpora gli elementi particolari dell’implementazione hardware del trasduttore in un più immediato e semplice modello di programmazione. Tale costrutto logico agevola le attività di programmazione dell’interfaccia di tipo hardware dell’attuatore o del sensore grazie al paradigma driver ingresso/uscita. Le interfacce di servizi di rete incorporano i particolari delle differenti implementazioni di protocollo di rete attraverso un piccolo insieme di metodi di comunicazioni. leee 1451.2 (Transducer to microprocessor communication interface) definisce il contenuto dei dati sotto forma di foglio

elettronico da cui la nomenclatura dei sensori di questa tipologia (Teds). La norma, inoltre, definisce la disposizione relativa di tali informazioni mediante un’interfaccia digitale e il protocollo della comunicazione che insiste tra un microprocessore e i trasduttori. Il foglio elettronico con i dati contiene le informazioni del trasduttore, quali i campi che ne descrivono il tipo, gli attributi, il funzionamento e la calibratura. Tale foglio, immagazzinato in memoria fissa, è estensibile partendo da un limite minimo di soli 178 byte. Se poi è integrato al Teds un trasduttore idoneo è, inoltre, possibile trasmettere agli ulteriori trasduttori sulla rete la caratteristica di autodescrizione. Attraverso l’uso di tali sensori, la probabilità di inserimento di un errore umano nella configurazione è abbattuta completamente grazie al trasferimento delle informazioni del fornitore del trasduttore nel Teds a un Ncap (Network Capable Application Processor) attraverso un formato elettronico. I

dati di calibratura sono, inoltre, memorizzati all’interno del foglio elettronico per cui la perdita delle specifiche non costituisce più una reale problematica. Le caratteristiche descritte rendono i sensori Teds particolarmente semplici da impiegare proprio grazie all’immediata possibilità di aggiornamento e di sostituzione manutentiva dei trasduttori. Inoltre, l’interfaccia 1451.2 definisce lo Stim (Smart Transducer Interface Module) al quale possono essere collegati fino a 255 sensori o attuatori digitali e/o analogici. Durante il corso dello sviluppo della normativa per i capitoli 1451.1 e 1451.2 le categorie dei fornitori e utenti manifestarono la necessità di poter usufruire di interfacce standard per i sistemi distribuiti di ‘smart sensor multidrop’. Nei casi applicativi di sistemi distribuiti, i corposi ‘array’ di sensori devono essere letti in maniera sincrona e l’ampiezza della banda deve essere ad alte prestazioni, almeno dell’ordine di qualche centinaia di kHz con requisiti di correzione nel tempo nella gamma dei ns. Il progetto leee 1451.3 è stato creato per definire la specifica per

CONTENUTO TEDS DI BASE

	Durata [bit]	Range consentito
ID del produttore	14	17 - 16381
Numero del modello	15	0 – 32767
Lettera della versione	5	A-Z (dati di tipo Chrs)
Numero della versione	6	0 - 63
Numero di serie	24	0 - 16777215



### Il progetto IEEE 1451.3 è stato creato per definire la specifica per tale standard

valenza applicativa molto ampia, tanto da poter associare ogni fenomeno fisico percepito o controllato a un nodo. Se più di un nodo è incluso in un trasduttore del tipo 1451.4, è necessario che uno dei nodi possieda un blocco di memoria capace di incamerare la lista dei nodi

tale standard. Una singola riga di trasmissione è utilizzata per fornire l'alimentazione dei trasduttori oltre che per determinare un'adeguata comunicazione tra i bus controller e i moduli Tbim (Transducer Bus Interface). Un transducer bus possiede solitamente un solo bus controller e molti Tbim mentre quest'ultimo può ospitare uno o più trasduttori diversi. Il Ncap contiene, invece, il bus controller e l'interfaccia alla rete che può, a sua volta, ospitare molti altri bus.

Nel campo industriale è comune riscontrare l'associazione fisica tra la strumentazione elettronica per la verifica dello stato dei macchinari e i trasduttori (ad esempio, piezoelettrici, piezoresistivi, accelerometri ecc.) le cui misure sono solitamente trasmesse ad apparati dedicati alle analisi.

La comparsa dei Teds sui trasduttori analogici, oltre ad aver agevolato i collegamenti fisici e logici alle reti, ha incrementato la ricerca e sviluppo a favore dello standard d'interfaccia IEEE 1451.4 (Mixed-mode transducer and interface). Tali trasduttori (sensori o attuatori) possono essere concepiti come nodi contenenti i Teds. Il trasduttore IEEE 1451.4 ha una

stessi che ne identifichi la presenza e le caratteristiche.

Tale tipo di configurazione è adeguato a esercitare economie nei cablaggi e economie di interfaccia grazie alla suscettibilità del modello a differenti configurazioni di collegamento. È possibile, infatti, che la trasmissione del segnale del sensore analogico trasduttore e la comunicazione dei dati digitali di Teds a uno strumento o a una rete, siano esercitate dallo stesso collegamento in tempi separati. Tale aspetto può essere sfruttato se è rispettata la condizione per cui sia utilizzato un singolo modello di connessione. Se, invece, è utilizzato un modello multiconnessione, la comunicazione dei dati digitali e del segnale analogico può essere realizzata simultaneamente.

### La specifica

La specifica IEEE P1451.4 definisce un Teds composto da sezioni concatenate.

La prima sezione di base è formata dalle informazioni caratteristiche dell'identificazione. A tale sezione segue solitamente uno standard che

descrive le caratteristiche particolari più importanti del sensore, cui può seguire un template di calibratura.

Infine, l'ultima sezione dei Teds è costituita da una zona aperta a disposizione dell'utente.

I primi 64 bit del trasduttore sono occupati dal Teds di base che identifica unicamente il trasduttore e include l'identificazione del fornitore (14 bit), il numero di modello (15 bit), la lettera di versione (codice di caratteri 5 bit), il numero di versione (6 bit) e il numero di serie del dispositivo (24 bit). ■

## IDENTIFICARE IL FORNITORE

L'identificazione del fornitore è costituita da un'enumerazione del fornitore. Numerose identificazioni sono assegnate agli utenti in anticipo, mentre le assegnazioni future sono controllate direttamente da IEEE. Il software può usare questo file per visualizzare i nomi dei produttori mentre i valori 0-16 e 16382-16383 sono esclusivamente riservati per gli usi speciali come le liste di nodo in una configurazione multinodo e i template prestabiliti dall'utente. L'applicazione e l'assegnazione del resto dello 'sheet' di base sono discrezionali del fornitore. Il template standard del tipo di sensore definisce una collezione di template per i codici di categoria comuni dei trasduttori. I template da 25 a 39 sono dedicati al tipo del trasduttore mentre il 40, 41 e 42 sono dedicati alla calibratura.

IEEE include, inoltre, i template di calibratura che formano la congiunzione con uno dei template del trasduttore nella sezione precedente. I template della curva di calibratura e della tabella di calibratura forniscono i meccanismi per specificare completamente le curve ingresso/uscita per il sensore.

Il template della tabella di calibratura usa i valori fisici ed elettrici massimi e minimi contenuti nel template del trasduttore e specifica un numero arbitrario di accoppiamenti di dati all'interno di questi intervalli. Il template della curva di calibratura (template 41) permette la specifica della funzione ingresso/uscita del sensore come curva multipolinomiale multisegmento.