



di Tommaso Pantuso



**IEEE 488**

## uno standard per l'interfacciamento in laboratorio

### La necessità di uno standard

Per chi lavora in un laboratorio elettronico, poter effettuare automaticamente delle misure elettriche che richiedono una certa ripetitività nelle operazioni, oppure avere la possibilità di programmare una sequenza di rilevazioni adattandola alle esigenze che di volta in volta si presentano e di introdurre, sempre automaticamente, i dati rilevati in un computer in modo da permetterne l'elaborazione, rappresenta un vantaggio di fondamentale importanza ed il perché è abbastanza evidente. Basti pensare alla notevole quantità di tempo che si risparmia in tali frangenti ed al pregio di una procedura automatizzata che segue il rigore della macchina, priva degli eventuali errori e delle incertezze introdotte dall'intervento umano e tramite la quale sia possibile processare adeguatamente gli errori, fornendone ad esempio una elaborazione statistica, oppure compensare automaticamente le misure affette da errori sistematici fornendone la corretta interpretazione.

Quando vi fu la possibilità di realizzare dei sistemi che assolvessero i compiti a cui accennavamo sopra, le case costruttrici

misero sul mercato degli strumenti di misura capaci di collegarsi, per mezzo di una apposita interfaccia, ad un controllore (*controller*) che guidava le operazioni di ogni singolo elemento. Ciascuno di questi strumenti era dotato di una sezione circuitale che lo rendeva compatibile con il *controller* adattando i segnali di controllo ed il formato dei dati per permettere il corretto svolgimento delle operazioni di scambio tra controllore ed elemento di misura.

Inoltre l'unità di controllo doveva essere dotata di un ingresso per ogni strumento al fine di evitare dei conflitti tra le varie unità che trasmettevano dati.

Si capisce quindi come la necessità di adattare tra loro segnali elettrici, protocolli, temporizzazioni ad altro, influisse sul costo e sulle dimensioni del sistema che d'altra parte non risultava più così flessibile come si sarebbe preferito.

L'avvento dell'integrazione su larga scala, culminata con il microprocessore, che permetteva e permette di racchiudere in un unico chip funzioni sempre più complesse, ha contribuito ad una riduzione proporzionale dei costi e delle dimensioni, permettendo per di più di realizzare in spazi ridotti le funzioni delle varie interfacce

dando inoltre agli strumenti la capacità di eseguire delle misurazioni più evolute. A questo punto rimaneva un'altra difficoltà da superare e cioè rendere possibile il collegamento dei vari strumenti in maniera molto più semplice al *controller* e addirittura rendere agevoli le operazioni di interscambio tra i vari elementi del sistema sotto la guida di uno o più controllori.

L'unica soluzione era quindi quella di progettare un metodo standard di comunicazione a cui rispondessero indistintamente tutti i dispositivi da interconnettere e che non creasse conflitti tra essi.

A fornire la soluzione in termini pratici è stata una nota casa costruttrice di strumenti di misura, la Hewlett-Packard che propose il progetto dell'HP-IB (Hewlett-Packard Interface Bus) alla *International Electrotechnical Commission* (IEC) e dopo tre anni lo standard venne approvato dall'*Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) che lo diffuse con il nome di IEEE 488-1975.

L'HP continua ad usare la vecchia denominazione, HP-IB, cui aggiunge GPIB (General Purpose Interface Bus).

Lo standard in questione ha rappresentato una svolta molto importante per i problemi di connessione tra sistemi ed è destinato ad avere successo ancora maggiore nel campo della microinformatica. Si pensi che la Commodore ha impiegato per prima un bus IEEE 488 su un suo computer, il famoso Pet.

### Il concetto di bus

Il bus (da omnibus) è la via di comunicazione di cui usufruisce la molteplicità degli elementi ad essa collegati per effettuare i trasferimenti delle informazioni. Tale via nella sua generale applicazione è bidirezionale quindi i dispositivi appoggiati ad essa possono sia trasmettere che ricevere dati sotto la guida di una unità di coordinamento che chiama in causa di volta in volta i dispositivi interessati al colloquio indirizzandoli opportunamente. Troveremo quindi collegati al bus dei *talker* o *parlatori* od *unità di trasmissione*, dei *listener* o *ascoltatori* od *unità di ricezione* o dei *controller* o *controllori* che coordinano le interazioni tra le varie unità. Precisiamo che molti dispositivi collegati al bus possono essere contemporaneamente sia ascoltatori che parlatori e la discriminazione tra le due funzioni è effettuata dal controllore a seconda delle necessità (figura 1).

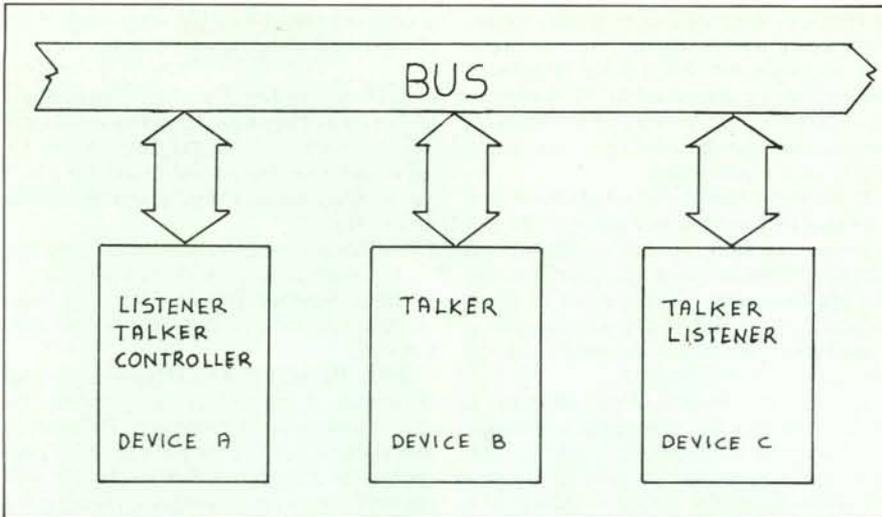


Figura 1 - Esempio di bus.

Durante i trasferimenti non devono verificarsi conflitti sul bus: ciò significa che deve essere abilitato alla trasmissione un solo parlante per volta. In altre parole, non deve verificarsi che due *talker* mettano sul bus contemporaneamente i propri dati perché, essendo unica la via di comunicazione, non sarebbe più possibile la distinzione tra i dati dell'uno e quelli dell'altro. È necessario quindi che le operazioni di scambio siano coordinate al fine di evitare tali conflitti ed è proprio questo il compito del *controller* che seleziona di volta in volta gli elementi che devono colloquiare indirizzandoli per mezzo di opportuni segnali di controllo. Aggiungiamo che tramite bus vengono scambiati non solo i dati costituenti l'informazione vera e propria ma anche segnali di controllo e di indirizzamento (questi ultimi servono a selezionare i vari dispositivi); in ogni caso è sempre il controllore che determina la loro esatta funzione.

### Il bus standard IEEE 488

Lo standard IEEE 488 è stato concepito per permettere il collegamento e lo scambio di informazioni tra più apparecchiature legate allo stesso bus; tali apparecchia-

ture vengono usualmente denominate *devices* e possono essere unità riceventi, trasmettenti o ricetrasmittenti. Lo standard inoltre non deve escludere la possibilità di interscambio anche in assenza del *controller*: in altre parole, due *device* devono avere la possibilità di comunicare tra loro anche se nel sistema non è previsto un controllore.

La velocità di trasmissione richiesta dallo standard di interfaccia è non superiore ad 1 Mbyte/sec (1 milione di byte al secondo) in condizioni ottimali, in condizioni ottimali deve essere permesso il collegamento di un massimo di 15 apparecchiature allo stesso bus utilizzando cavi per una lunghezza complessiva non superiore ai 20 metri.

Lo standard IEEE 488 permette di scambiare dati in modo *parallelo* (cioè inviando gli otto bit della parola dati simultaneamente), *asincrono* (cioè inviando le informazioni ad intervalli non esattamente uguali tra loro) utilizzando la tecnica di *handshake*. Su quest'ultima vogliamo brevemente soffermarci.

Sostanzialmente in una trasmissione *sin-crona* quando un dispositivo richiede dei dati ad un altro, quest'ultimo li pone sul bus tenendoveli per un determinato periodo di tempo durante il quale essi verranno letti dal ricevitore. Scaduto questo periodo

di tempo il dato viene "ritirato" dal bus e si procede ad un nuovo ciclo di lettura. Uno scambio del genere è possibile naturalmente solo quando chi richiede i dati è sicuro di trovarli sul bus durante il periodo di tempo destinato alla lettura. Ora, se chi deve comunicare i dati non li ha pronti e li mette in ritardo sul bus (ad esempio perché deve finire di effettuare una misura) metterà in difficoltà il ricevitore. Infatti non collimeranno più il tempo in cui chi trasmette tiene i dati sul bus e quello in cui chi riceve ha la possibilità di leggere. Quando allora non si è sicuri che il *talker* possa produrre i dati in un tempo ben determinato affinché il *listener* possa riceverli correttamente, si usa un sistema di comunicazione *asincrono* sotto il controllo di una precisa sequenza di *handshake*. Tramite essa, dopo una richiesta di dati, l'ascoltatore, prima di iniziare il ciclo di lettura, aspetterà che l'informazione sia realmente presente sul bus. Tra le unità in comunicazione avviene, con l'uso di segnali inviati su particolari linee dette *linee di handshake*, un dialogo del tipo:

- ric. - Salve, vorrei dei dati.
- tr. - Bene, ho giusto delle informazioni da darti.
- ric. - Hai controllato che il bus sia libero?
- tr. - Sì e perciò metto su di esso il dato. (Dopo un po' di tempo) - Beh, hai letto 'sto dato oppure no?
- ric. - Aspetta un momento ... ecco, ho fatto. Grazie di tutto ed arrivederci.

Anche se la forma non è molto seria, la sostanza è fondamentalmente questa!

Uno dei vantaggi più grossi dell'IEEE 488 è dato dal fatto che grazie alla costituzione dello handshake, tutti gli strumenti collegati al BUS si adattano alla velocità dello strumento più lento evitando perdite di dati.

### Dentro lo standard

A questo punto possiamo esaminare più attentamente lo IEEE 488 dando una descrizione delle linee da esso utilizzate e la funzione che svolgono nell'ambito dello standard.

Tramite un bus IEEE 488 è possibile collegare tra loro più periferiche, nessuna delle quali privilegiata rispetto ad un'altra, che



Un protocollo di handshake a... fumetti.

scambiano informazioni per mezzo di 16 linee (fig. 2) così suddivise: otto linee riservate ai dati ed ai messaggi d'indirizzo per la selezione delle diverse apparecchiature; tre linee di handshake che permettono il corretto interscambio sulle linee precedenti; cinque linee tramite le quali è possibile controllare in ogni momento le condizioni del sistema.

Sulle otto linee dati non c'è molto da dire: esse trasportano i dati che veicolano da un *talker* verso un *listener* oppure l'indirizzo di *device* a cui è rivolta l'informazione oppure i caratteri specializzati che avviano delle funzioni speciali di interfaccia.

Ciascun elemento può essere selezionato tramite un indirizzo che è normalmente un numero variabile da 0 a 30 (e quindi è formato da una parola di cinque bit); tramite esso si definisce anche se il dispositivo che lo riceve deve assumere la funzione di

*listener* o di *talker*. La discriminazione avviene in maniera molto semplice: se la parola a cinque bit che codifica il numero dell'indirizzo è preceduta da '01' il dispositivo interessato si predisporrà a ricevere mentre se è preceduta da '10' esso si predisporrà alla trasmissione.

Il numero totale di bit utilizzati in questo tipo di informazione è quindi sette, per cui una linea dati rimarrà inutilizzata. Si tenga presente, anche se non ci soffermeremo su questo fatto, che il numero di apparecchiature selezionabili come *listener* o come *talker* può essere aumentato con un particolare accorgimento.

Tramite le linee dati, come già detto, è possibile inviare dei messaggi di interfaccia che abilitano determinate funzioni. Essi sono codificati sempre da sette bit di parola e sono di due tipi: *comandi indirizzati* e *comandi universali*.

Quelli del primo tipo sono riconosciuti e

quindi eseguiti *solo* dalle apparecchiature predisposte come *listener* e sono:

**GTL: Go To Local;** una apparecchiatura collegata al bus può essere programmata a svolgere una determinata funzione sia localmente, cioè tramite un pannello posto su di essa, sia a distanza tramite il bus IEEE 488.

GTL mette l'apparecchiatura in condizione di essere programmata localmente.

**SDC: Selected Device Clear;** serve ad inizializzare tutte le apparecchiature selezionate.

**PPL: Parallel Poll Configure;** avvia una procedura di interrogazione parallela. Se uno qualunque dei dispositivi collegati al bus richiede servizio, per mezzo della procedura di *Parallel Poll* il controller può identificare quale elemento del sistema ha richiesto attenzione in maniera molto rapida.

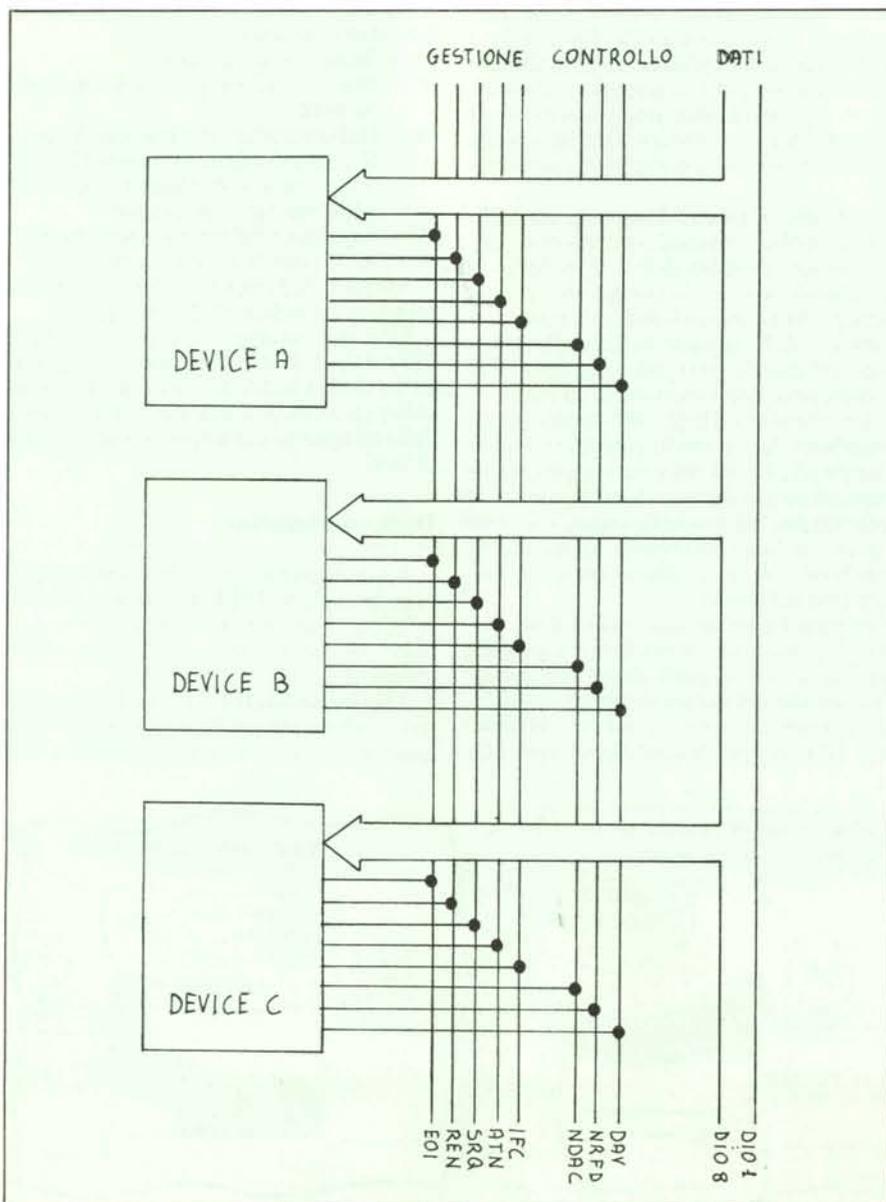


Figura 2 - Il bus IEEE 488.

GTL	GO TO LOCAL
SDC	SELECTED DEVICE CLEAR
PPL	PARALLEL POLL CONFIGURE
GET	GROUP EXECUTE TRIGGER
TCT	TAKE CONTROL
LLO	LOCAL LOCKOUT
DCL	DEVICE CLEAR
PPU	PARALLEL POLL UNCONFIGURE
SPE	SERIAL POLL ENABLE
SPD	SERIAL POLL DISABLE

Figura 3 - Riepilogo dei comandi utilizzabili sull'IEEE 488.

In pratica ad ogni *device* è assegnata una delle otto linee dati e se durante un'interrogazione parallela da parte del controller viene riscontrata una variazione di livello su una di queste (per esempio la linea cambia il proprio stato portandosi da una tensione di +5 volt ad una di 0 volt), esso capisce che è la periferica a cui è stata assegnata *quella* linea ad aver richiesto attenzione. Naturalmente il *Parallel Poll* è possibile con otto diverse apparecchiature essendo otto le linee assegnabili.

**GET: Group Execute Trigger;** è un comando di sincronismo che permette alle apparecchiature interessate (quelle selezionate come *listener*) di iniziare *simultaneamente* ad espletare la propria funzione.

**TCT: Take Control;** dato che lo standard prevede la presenza sullo stesso bus di più controller, un comando TCT è inviato dal controller attivo in quell'istante verso un altro non attivo quando il primo vuol comunicare al secondo che da quel momento in poi cederà ad esso il comando del sistema. In altre parole serve per passare il comando da un controller ad un altro. I comandi del secondo tipo sono invece rivolti a *tutte* le apparecchiature collegate al bus indipendentemente dallo stato in cui si trovano (*listener*, *talker*, *controller*) e sono:

**LLO: Local Lockout;** dopo la ricezione

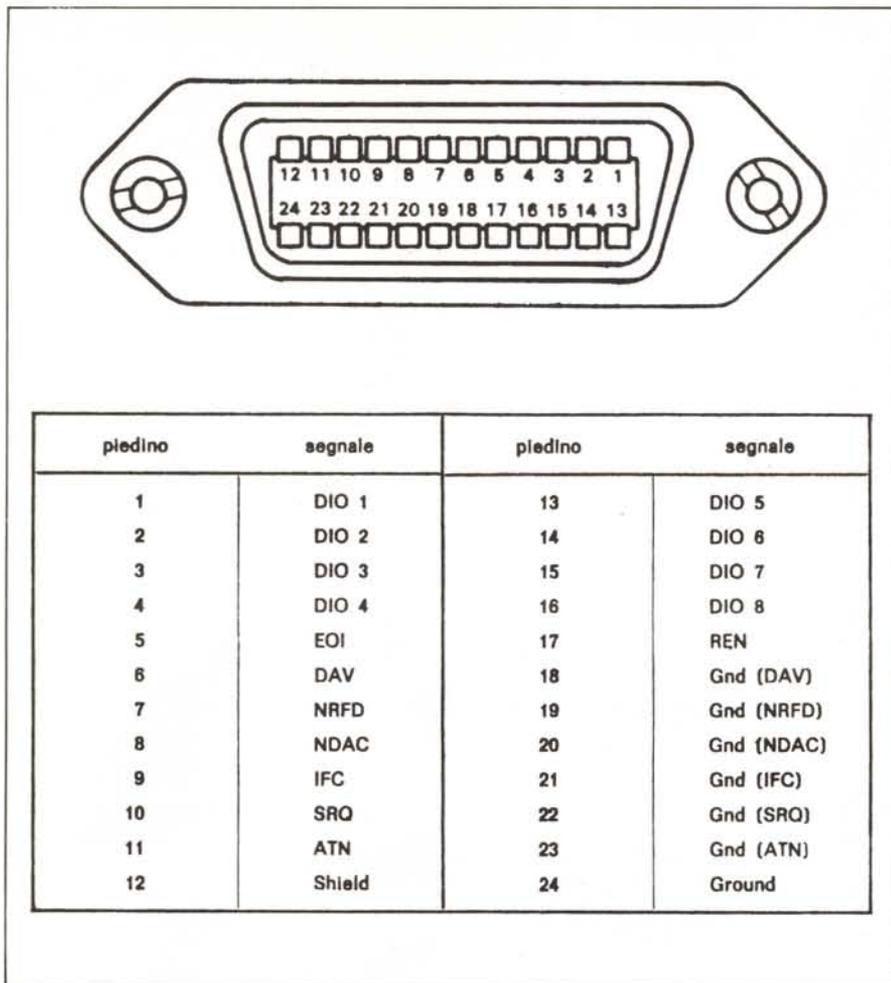


Figura 4 - Schema di un connettore standard centronics visto di fronte e descrizione delle linee.

stato logico	livello elettrico
0	$\geq +2$ Volt (stato alto)
1	$\leq +0.8$ Volt (stato basso)

Figura 5 - Sul bus IEEE 488 una linea si trova in condizione logica "1" quando la tensione su di essa è inferiore o al più uguale a +0.8 volt mentre è in condizione "0" quando su di essa è presente una tensione maggiore o uguale a +2 volt.

di questo comando le apparecchiature legate al bus non possono più essere programmate tramite il pannello posto su di esse ma solo tramite il controller.

**DCL: Device Clear;** opera come SDC ma interessa tutti i dispositivi e non solo quelli abilitati come listener.

**PPU: Parallel Poll Unconfigure;** pone termine ad un'operazione di Parallel Poll precedentemente avviata.

**SPE: Serial Poll Enable;** è un altro modo di stabilire quale è stata fra le varie apparecchiature quella che ha richiesto servizio.

Il controller interroga i vari dispositivi uno per volta abilitandoli a parlare: chi ha richiesto attenzione pone alto il bit più significativo (bit 7) del gruppo di linee destinato ai dati.

**SPD: Serial Poll Disable;** pone fine alla

procedura precedente. Dopo questa breve panoramica sulle linee dati e sui segnali di controllo che possono veicolare su di esse diamo un'occhiata da vicino ad altre cinque linee previste dallo standard fornendo anche per esse l'adeguata illustrazione delle funzioni svolte.

**Linea ATN: Attention;** è una linea fondamentale che permette ai dispositivi di capire se un'informazione posta sul bus rappresenta un effettivo dato oppure un qualsiasi segnale di comando o di selezione dell'indirizzo del dispositivo. Quando la linea ATN viene attivata dal controller, l'informazione che viaggia sul bus deve essere interpretata da chi la riceve come un indirizzo o come un comando, mentre se ATN non è attivata, l'informazione viene interpretata come un dato.

**Linea IFC: InterFace Clear;** è inviata dal

controller e produce un reset di tutte le apparecchiature ad uno stato stabilito dal progettista.

**Linea REN: Remote ENable;** un segnale inviato dal controller su questa linea pone le apparecchiature in condizione tale da poter essere programmate sotto il controllo dell'interfaccia e non più per mezzo del pannello locale.

**Linea SRQ: Service ReQuest;** è utilizzata dai dispositivi per inviare una richiesta di servizio verso il controller il quale avvierà la normale procedura di identificazione del dispositivo richiedente.

**Linea EOI: End Or Identify;** questa linea ha una funzione doppia: se attivata dal controller contemporaneamente alla linea ATN avvierà la procedura di *Parallel Poll* mentre se è pilotata singolarmente da un trasmettitore collegato al bus indica la fine di un messaggio.

Le ultime linee che ci rimangono da analizzare sono quelle che controllano le procedure di handshake e sono:

**Linea DAV: Data Valid;** indica che i dati sul bus possono essere letti.

**Linea NRFD: Not Ready For Data;** quando questa linea viene attivata significa che il ricevitore è pronto ad accettare il dato.

**Linea NDAC: Not Data Accept;** se attivata, segnala che l'apparecchiatura ricevente ha accettato il dato presente sul bus.

### Handshake della IEEE 488

Il cuore del protocollo è rappresentato dalla sequenza di handshake che permette il corretto scambio dei dati. Essa avviene riferendosi ai segnali guida che vengono inviati sotto forma di variazioni di livello sulle linee DAV, NRFD, NDAC. La sequenza di scambio avviene nel modo seguente.

Si parte da una situazione in cui DAV non è attiva poiché si trova a livello alto segnalando la disponibilità del bus a ricevere i dati e contemporaneamente le linee NRFD e NDAC si trovano a livello basso segnalando che nessun ricevitore è pronto a ricevere. Se tali linee fossero entrambe in condizione alta significherebbe che il bus è impegnato da qualche dispositivo.

Partendo da questa situazione, i dati vengono posti sulle linee dati DIO1-DIO8 per un tempo sufficiente perché essi raggiungano una condizione di stabilità, cioè con livelli di tensione ben assestati. Quando tutti i listener sono disponibili, la linea NRFD passa a livello alto e la linea DAV si porta a livello basso segnalando con tale operazione che i dati ora sono validi (pronti).

I dati vengono allora letti e solo quando tutti gli ascoltatori hanno effettuato la lettura NRFD va a livello basso segnalando che i listener non sono più pronti a ricevere ed NDAC si porta alta segnalando che i dati sono stati accettati. DAV allora si porta a livello alto a segnalare che i dati non sono più validi ed il ciclo ricomincia. **MC**



# STAMPANTI Epson,

una scelta prestigiosa, senza compromessi

## Scegliere una stampante è facile?

C'è una sola regola, pretendere sempre il massimo delle prestazioni, senza compromessi: materiali e componenti di prima qualità, disegno elegante, grande affidabilità, robustezza, facilità e flessibilità d'impiego, prezzo adeguato e la garanzia di un grande costruttore leader mondiale.

Così, con Epson, la scelta è facile e sicura.

Epson il più grande costruttore al mondo di stampanti vi offre una gamma di prodotti prestigiosi che soddisfano ogni vostra necessità. Epson, una soluzione raffinata, in esclusiva per il vostro computer.



### FX-80

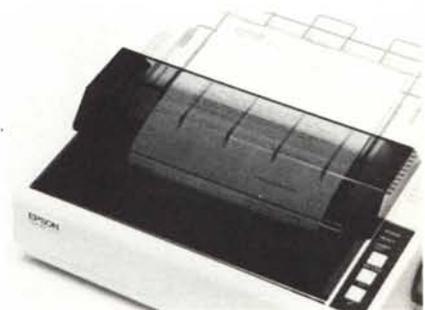
Indispensabile nelle applicazioni in cui la versatilità e la qualità di stampa sono un imperativo.

Possibilità di creare qualsiasi carattere su una matrice di 11x9 punti. Memoria RAM da 4 Kbyte. 256 tipi di caratteri definibili dall'utente. 136 tipi di caratteri a corredo. Alta velocità di stampa a 160 caratteri al secondo su 80 colonne. Ben 9 modi di stampa grafica punto a punto selezionabili sulla stessa riga contemporaneamente.

Inseritori automatici di fogli singoli a singola e doppia vaschetta.

### FX-100

Con 132 colonne e 160 caratteri al secondo, la FX-100 è la stampante ideale per data processing e tabelle, specialmente in ufficio grazie anche alla possibilità di accettare fogli singoli e moduli continui di qualsiasi formato. La matrice di punti 11x9 consente prestazioni grafiche e la formazione di una grandissima varietà di tipi di carattere, fino a 256, definibili anche dall'utente e memorizzati nei 3 kbyte di RAM interna. La FX-100 non teme la fatica: la testina di stampa è garantita per oltre 100 milioni di caratteri ed è facilmente sostituibile. Inseritori automatici di fogli singoli.



### AX-80 / AX-100

Le migliori prestazioni da stampanti, semplici, versatili, silenziose e veloci con 100 caratteri al secondo. 128 tipi di caratteri selezionabili e 11 set internazionali. 80 o 132 colonne. 6 diverse possibilità grafiche. Tutti i tipi di carta, modulo continuo, foglio singolo. Inseritori automatici di fogli singoli.



**Epson dunque, senza compromessi.**

**EPSON**

EPSON CORPORATION  
HEAD OFFICE  
80 Hirooka, Shiojiri-shi, Nagano  
389-07 JAPAN

EPSON, computer e periferiche  
sono prodotti distribuiti,  
assistiti e garantiti  
da SEGI S.p.A. - Milano Via Timavo, 12

**segi** SERVIZI  
GENERALI PER  
L'INFORMATICA