

# Sistemi di stampa da elaboratore

Perù 1978

GIANCARLO GATTI

*Honeywell Information Systems Italia  
Centro di Ricerca e Progettazione  
Pregnana Milanese*

## 1. Introduzione

Le stampanti alfanumeriche costituiscono le tipiche unità di uscita dei sistemi di elaborazione, poiché forniscono i dati in forma leggibile, anche in diverse copie, che possono essere conservate.

Vi sono due grandi famiglie di stampanti: « a impatto » ed a « non impatto ».

In accordo a ciò, si è suddivisa la trattazione in due articoli, presentando nel primo il settore delle stampanti ad impatto, che sono le più diffuse ed utilizzate, mentre il secondo illustrerà le stampanti a non impatto, le quali, pur presentando « affascinanti » soluzioni tecniche, sono oggi poco sfruttate dagli utilizzatori.

In questo articolo ci si propone pertanto di illustrare in forma necessariamente schematica, la famiglia delle stampanti ad impatto, comparando i vari tipi, esaminando i principi di stampa e loro limitazioni, e soffermandoci sulle tecniche di stampa ritenute più interessanti.

## 2. Concetti preliminari

### 2.1. I caratteri

Il carattere può essere stampato ad immagine intera (« solid font ») o per punti (« dot matrix ») come mostrato in fig. 1.

Il numero di caratteri diversi stampabili varia da un minimo di 16 ad un massimo di 128. La ISO (International Organization for Standardization) e lo ASCII (American Standard Code for Information Interchange) hanno fissato in 6 gruppi la quantità di caratteri. Sono disponibili set di 48, 64, 96, 128 caratteri, con possibilità di avere maiuscole, minuscole e simboli vari, in particolare ovviamente con il set 128. I set 16 e 32 sono offerti per usi speciali. Vi sono, inoltre, set di caratteri per lingue straniere, quali arabo, cirillico, Kata-Kana, ecc.

I caratteri a immagine intera sono conati, con ap-

posite matrici, su supporti meccanici che possono essere in acciaio o in materiale plastico, in funzione della velocità di stampa e della tecnica impiegata. Detti supporti possono contenere tutto il set di caratteri e hanno diverse forme legate al tipo di stampa: « catena, nastro, tamburo, cinghia, sfera, cilindro, ruota, margherita ».

Solo nei tipi a « catena, nastro, sfera » è possibile cambiare il set grafico, sostituendo, con operazione a livello del normale operatore, il supporto dei caratteri. Negli altri tipi l'operazione è più lunga e richiede l'intervento del tecnico specializzato.

Nella stampa a matrice il carattere è costruito da una serie di « aghi », portati da una « testina », che battono sulla carta, pilotati da una logica elettronica. La scelta del set grafico, e del numero di caratteri, dipende quindi unicamente dal circuito elettronico di pilotaggio. La testina è potenzialmente capace di stampare qualsiasi set di caratteri (anche arabo, cirillico, Kata-Kana, ecc.) senza essere sostituita.

### 2.2. La stampa ad impatto

La stampa chiamata ad « impatto » è ottenuta realizzando il contatto fra carattere, o altri mezzi, e la carta. L'energia impressa viene sfruttata per generare nella zona interessata alla stampa una pressione sufficiente a dare luogo al trasferimento di particelle di inchiostro dal nastro alla carta, secondo la forma del carattere.

La stampa ad impatto è, ad oggi, l'unica tecnica che permette di ottenere, contemporaneamente, un originale e fino ad un massimo di 6 copie con carta carbone interposta.

Un esempio classico di stampa ad impatto è la comune macchina per scrivere. I caratteri sono posti in cima ad una serie di leve o martelli i quali sono spinti verso la carta dall'energia impressa dalla mano dell'uomo.

La stampa del carattere può essere fatta « al volo » o da fermo. Nel primo caso i supporti meccanici



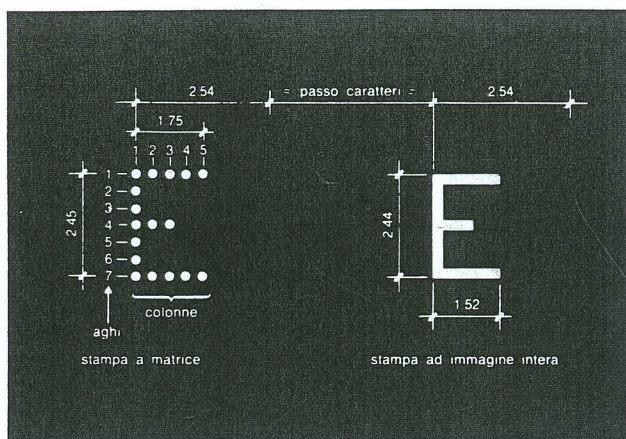


Fig. 1 - I due tipi di stampa del carattere.

contenenti i caratteri a immagine intera sono sempre in movimento e traslano, a tempi diversi congruenti con le velocità di stampa, davanti a uno o più martelli fissi. Il martello, comandato da mezzi opportuni, « pesca » al volo il carattere da stampare. Nella stampa a matrice, i mezzi (aghi) che costruiscono il carattere sono spinti contro la carta. Durante l'impatto, la cui durata deve essere molto piccola, esiste una velocità relativa tra il carattere, od altri mezzi in movimento e la carta, che è ferma. Nella stampa non al volo, invece, i caratteri, od altri mezzi, al momento dell'impatto sono fermi, ossia non c'è moto relativo fra carattere, martello e carta. La qualità di stampa è migliore, ovviamente, nel secondo caso. Nella stampa al volo, tuttavia, controllando l'energia cinetica del martello, riducendo il tempo di contatto carattere-carta e disponendo di segnali di sincronismo molto precisi, si riesce ad ottenere una buona qualità di stampa anche ad alta velocità.

### 3. Le stampanti ad impatto

Le stampanti ad impatto sono in larga misura elettromeccaniche e quelle ad alta velocità sono tra le

macchine più sofisticate realizzate dall'industria degli elaboratori elettronici.

Nuove soluzioni tecniche sono sempre in studio allo scopo di migliorarne le prestazioni e ridurne i costi, sia di fabbricazione che di manutenzione. Con le ultime tecniche introdotte (motori passo-passo, elettromagneti veloci ad alto rendimento, materiali speciali e circuiti elettronici integrati), le parti in movimento sono notevolmente diminuite aumentando così l'affidabilità, riducendo il rumore, le dimensioni fisiche dell'unità ed il suo costo.

Poiché esse hanno ancora diversi movimenti meccanici, non sono così veloci ed affidabili come le apparecchiature elettroniche. Aumentare la velocità di stampa, ridurre il rumore ed i costi, mantenere un buon livello di affidabilità, sono i principali obiettivi dei costruttori.

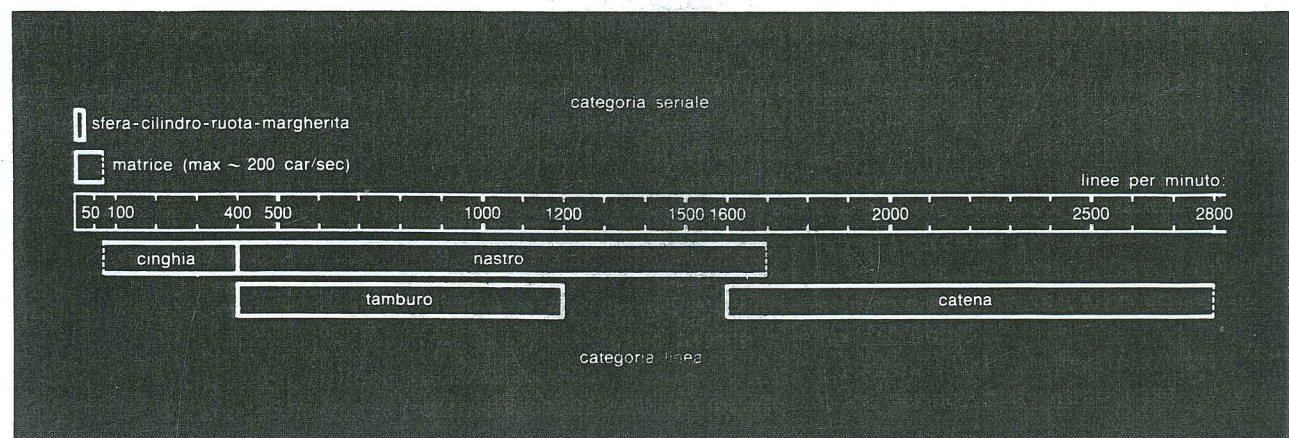
La famiglia delle stampanti ad impatto si divide in due categorie: la prima è chiamata « a linea » (una linea di caratteri per volta) e la seconda « seriale » (un carattere per volta). La stampa può essere fatta, nelle due categorie, lungo tutta la larghezza della pagina e quindi comprendere un numero di caratteri, ossia di « colonne di stampa », variabile da 80 a 160.

Le stampanti della categoria « a linea » si dividono a loro volta in diverse classi: « a catena, nastro, tamburo, cinghia », come illustrato in fig. 2. La scelta di queste tecniche di stampa è legata alla velocità che si vuole raggiungere, con costi ovviamente crescenti all'aumentare della velocità. La stampa è sempre del tipo « al volo ».

Questa classe di stampanti è utilizzata solo come uscita dell'elaboratore. Vi appartengono macchine, specie quelle ad alta velocità, molto costose e complesse. Hanno un solo dispositivo di alimentazione carta a moduli continui (« fan fold »), con la possibilità di fare un massimo di 6 copie.

Il meccanismo di avanzamento carta, od interlinea, può spostare velocemente in senso verticale (« tabulazione verticale ») e per una lunghezza variabile il modulo, in maniera da stampare la riga nella posizione voluta. Il comando interlinea veloce è generato, per le stampanti più veloci, dall'elaboratore

Fig. 2 - Le stampanti ad impatto: tipi e prestazioni. (La velocità di stampa è espressa in linee per minuto).





pagina. Un dispositivo VFU (Vertical Format Unit), con lettura di banda perforata nella quale sono memorizzati gli ordini di « salto carta », è usato nelle stampanti meno veloci e più economiche.

Una maggiore flessibilità d'impiego è presente nella classe a « cinghia ». Infatti è possibile, in opzione, una tastiera alfa-numerica per l'introduzione dei dati ed inoltre sono disponibili alcuni dispositivi di alimentazione carta del tipo « rotolo » (« roll ») o « foglio singolo » (« single sheet »).

Le stampanti « seriali » si suddividono in due classi. Appartengono alla prima classe le stampanti con carattere a immagine intera che usano tecniche di stampa del tipo: a sfera, cilindro, ruota, margherita, tutte però con una limitazione nella velocità di stampa. Infatti, per la particolare cinematica, esse hanno un « tetto » a circa 40 car/sec. La stampa è del tipo non volo per velocità sino a 20 ÷ 30 car/sec, mentre per velocità superiori la stampa al volo è indispensabile.

La seconda classe di macchine è invece basata sulla stampa seriale a matrice. Macchine di questo tipo, sono molto più veloci e hanno costi inferiori. Le velocità raggiunte oggi sfiorano i 200 car/sec ed il rumore prodotto dalla stampa è ad un livello decisamente accettabile. È garantito un numero massimo di 5 copie con carta carbone, perfettamente leggibili.

Questa tecnica permette di avere organi meccanici molto piccoli e quindi con masse ridotte; le velocità ed inerzie del cinematismo risultano agevolmente controllabili.

È facilmente intuibile come il metodo a matrice presenti importanti vantaggi per ciò che riguarda l'energia necessaria alla stampa; quest'ultima infatti dovrà necessariamente essere maggiore nella stampa di un carattere ad immagine intera, occupando quest'ultimo una area superiore rispetto ai punti del metodo a matrice.

In fig. 3 è mostrata una tabella comparativa delle principali caratteristiche delle due categorie: linea e seriale. Il costo relativo è, ovviamente, solo approssimato poiché dipende dal tipo, opzioni e quantità.

più flessibili rispetto a quelle a linea. Esse possono essere equipaggiate con i seguenti dispositivi di alimentazione carta (« papers handlers »):

- a) fogli continui (« fan fold »)
- b) foglio singolo (« single sheet »)
- c) scheda contabile (« ledger »)
- d) libretto bancario (« pass book »)
- e) rotolo (« roll »)
- f) moduli di formato e spessori diversi con moto carta indipendente (« dual handling »).

Il dispositivo VFU è offerto in opzione su alcune stampanti seriali e quindi la « tabulazione verticale » può essere fatta a velocità superiore.

Con l'inserimento di una tastiera alfa-numerica, la stampante può operare come telescrivente, terminale o console in collegamento con l'elaboratore.

Nelle seriali, la stampa può essere « bidirezionale ». Questa interessante prestazione aumenta la capacità di lavoro (« throughput ») della stampante (1). Infatti, terminato di stampare l'ultimo carattere della riga, la testina, dopo il comando interlinea, riprende a stampare a ritroso.

Anche la « tabulazione orizzontale » migliora il « throughput ». Essa permette alla testina di « saltare » degli spazi, di lunghezza variabile, lungo la riga di stampa ad una velocità superiore.

In fig. 4 sono schematizzati i gruppi che compongono una stampante ad impatto. Per semplicità non sono state evidenziate le differenze tra la categoria linea e seriale essendo detti gruppi quasi sempre presenti, con complessità ovviamente diversa.

(1) Benché la velocità di una stampante venga generalmente data in termini di linee per minuto o caratteri per secondo, una misura più reale è il « throughput », che tiene conto di altri tempi caratteristici che intervengono nell'operazione della macchina.

Riferendosi, ad esempio, ad una stampante seriale, si ha che il tempo T per stampare una linea è dato da:  $T = N/V + T_1 + T_2$ , dove N è il numero di caratteri della linea, V la velocità di stampa in car/sec.,  $T_1$  e  $T_2$ , rispettivamente, il tempo di ritorno del carrello ed il tempo di interlinea (in sec.). Il throughput è allora dato da  $N/T$ . Ad esempio, una stampante seriale che stampi linee di lunghezza media di 40 caratteri ad una velocità di 30 car/sec. e con un tempo  $T_1 + T_2$  di 0.3 sec., ha un throughput di 25 car/sec.

Fig. 3 - Caratteristiche relative delle stampanti ad impatto.

Caratteristiche	Stampanti a linea				Stampanti seriali	
	Catena	Nastro	Tamburo	Cinghia	Matrice	altre
Costo relativo	1	0,8	0,5	0,2	0,1	0,3
Livello rumore	discreto	discreto	alto	basso	basso	discreto
Affidabilità	buona	buona	buona	buona	ottima	discreta
Qualità di stampa	buona	buona	buona	discreta	buona	ottima
Tastiera	no	no	no	possibile	si	si
Formati carta	unico	unico	unico	pochi	molti	molti



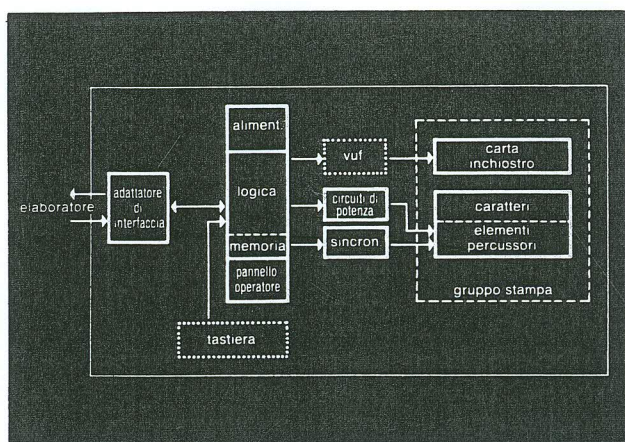


Fig. 4 - Schema a blocchi di stampante ad impatto.

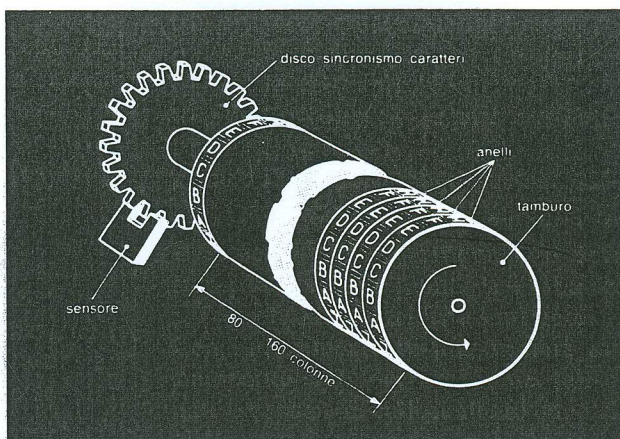


Fig. 6 - Stampante a tamburo: schema di principio.

Il gruppo di stampa è il più complesso, ed i meccanismi in esso contenuti, sono l'espressione di una tecnica molto avanzata. I materiali impiegati sono il frutto di una rigorosa ricerca scientifica svolta allo scopo di avere parti meccaniche leggere come peso e con le superfici di lavoro molto dure, in maniera da controllare accelerazioni, velocità ed inerzia dei cinematismi come pure le pressioni e quindi l'usura meccanica.

#### 4. Tecniche di stampa per macchine a linea

##### 4.1. Tipo a tamburo

Le stampanti a tamburo, come abbiamo accennato, appartengono alla categoria a linea. La stampa è al volo ed i caratteri sono del tipo a immagine intera.

I set di caratteri normalmente usati sono: ISO 48/64. Essi sono disposti, per coniazione, sulla superficie del tamburo secondo delle circonferenze. Ogni circonferenza, od « anello », contiene quindi tutto il set di caratteri.

Di fronte ad ogni circonferenza è montato un martello fisso, azionato da un elettromagnete, che preme la carta quando di fronte ad esso si viene a tro-

vare il carattere richiesto. Un sensore magnetico od ottico (dipende dal grado di precisione che si vuole ottenere) rileva, tramite 48 o 64 tacche o fori posti su un disco calettato sull'asse di rotazione del tamburo la posizione del carattere da stampare.

In fig. 5 è illustrato lo schema di funzionamento. L'informazione (linea di caratteri da stampare) è inviata in una memoria di transito (« buffer »). I martelli vengono attivati quando i caratteri nel buffer coincidono con i segnali generati dal disco di sincronismo; una linea di caratteri viene stampata in una rivoluzione del tamburo.

La linea può variare in lunghezza da 80 a 160 caratteri; ossia possono essere montati sul tamburo sino a 160 anelli o set di caratteri, allineati angularmente fra loro.

In fig. 6 è schematizzato un tamburo porta caratteri con disco di sincronismo.

Le stampanti a tamburo sono state le prime unità di stampa usate nei sistemi EDP. Il meccanismo di stampa adottato usa il principio della stampa al volo con controllo dell'energia cinetica del martello, in seguito applicato ad altri tipi di stampanti ad impatto, sia a linea che seriali.

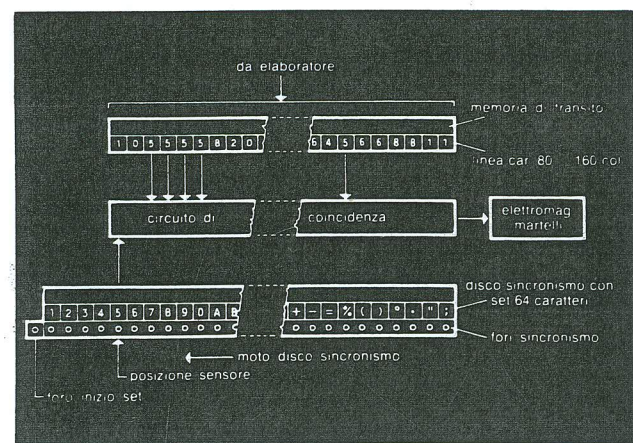
Il meccanismo è mostrato schematicamente nelle figg. 7 e 8. L'elettromagnete attrae una armatura che impedisce un momento al martello, il quale si comporta come un proiettile. (La massa di ciascun martello è molto più piccola rispetto a quella del tamburo cosicché, agli effetti pratici, quest'ultimo si può considerare dotato di massa infinita).

Quando il martello urta il bersaglio, esso si deforma elasticamente lungo il proprio asse longitudinale. Successivamente, l'energia elastica viene restituita, dando luogo alla corsa di ritorno del martello. La stampa avviene nel tempo (« di impatto ») in cui il martello rimane in contatto col bersaglio (tipicamente sui 15 microsecondi).

Per una data forza di scrittura, il tempo di impatto risulta tanto più lungo quanto più elevata è la massa e la velocità del martello, come si può ricavare, sotto ipotesi semplificative, direttamente dalla legge fondamentale della dinamica.

Da queste considerazioni si vede come il metodo

Fig. 5 - Schema di funzionamento di stampante a tamburo.





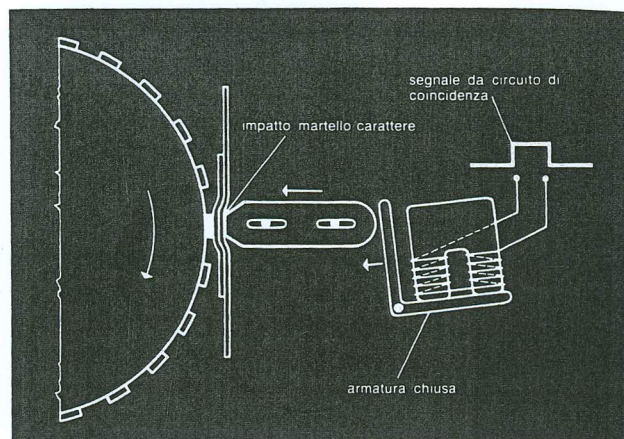
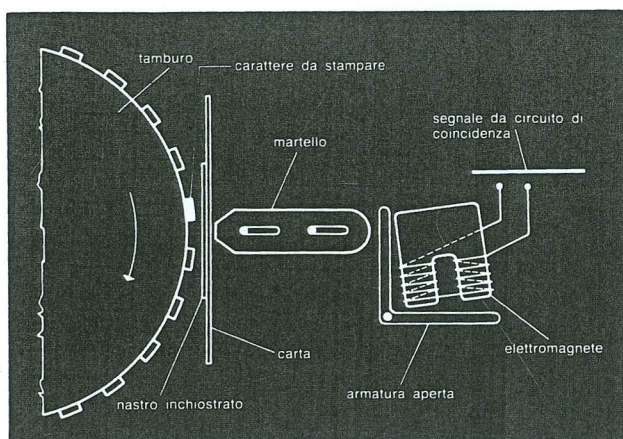


Fig. 7 - Stampante a tamburo: a) meccanismo a riposo; b) meccanismo in lavoro.

permetta di controllare la forza di stampa; in effetti il fenomeno schematizzato è assai più complesso e l'ottimizzazione del processo richiede studi complicati sui materiali e la geometria del sistema.

La forza di impressione influisce sulla « qualità della stampa »; ma non è l'unico fattore.

La temporizzazione del martello è chiaramente un fattore critico ai fini di un buon allineamento dei caratteri. Un imperfetto sincronismo tra la posizione angolare del tamburo (carattere da stampare) ed il martello, provoca un disallineamento sulla linea dei caratteri.

Di speciale importanza è anche l'uniformità del tempo di risposta del martello cioè il tempo che impiega il martello a partire e a tornare alla posizione di riposo. Il tempo di impatto contro la carta deve pure essere uniforme ed inoltre il più breve possibile per evitare « sbavature » del carattere e rotture della carta. Le sbavature avvengono se il martello rimane in contatto troppo a lungo col bersaglio mobile o se lo smorzamento dell'impatto non è soddisfacente. Per compensare parzialmente le sbavature, i caratteri sono conati con i segmenti orizzontali più sottili rispetto a quelli verticali, ossia i segmenti del carattere perpendicolari alla direzione del suo moto sono più sottili.

La testa del martello deve essere ampia in modo da coprire tutta l'area del carattere senza però interferire con i caratteri adiacenti. Questo fatto richiede maggiori precisioni ed il controllo di un momento addizionale (sbandamento dinamico del martello), che complica il meccanismo di stampa.

Per quanto riguarda la velocità di stampa essa è legata al controllo di tutti i tempi che intervengono nel processo. Miglioramenti della velocità si ottengono quindi, in particolare, agendo sul disegno del martello e dell'elettromagnete e sui relativi materiali. È, inoltre, da notare che un fattore limitante la velocità di stampa è costituito dalla velocità periferica del tamburo, e quindi dal suo diametro. Quest'ultimo è, evidentemente, tanto più elevato quanto maggiore è il numero di caratteri che compongono il set e quanto maggiore è la dimensione dei singoli caratteri.

#### 4.2. Tipo a catena-nastro-cinghia

I caratteri sono conati su dei supporti meccanici i quali sono montati su una catena, o un nastro, o una cinghia.

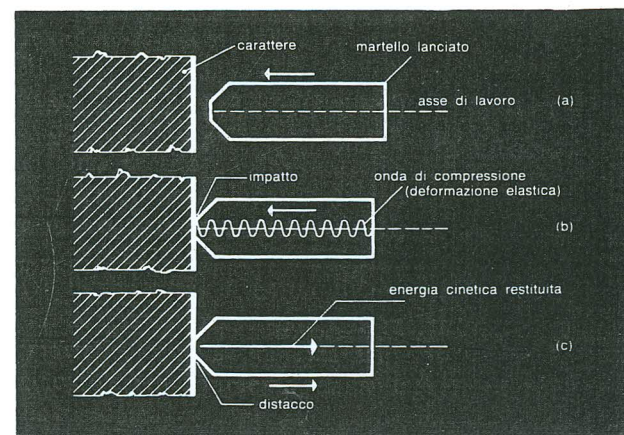
Questi mezzi meccanici traslano, in senso orizzontale, ossia lungo la linea di stampa, presentando i caratteri davanti ai martelli che sono fissi ed in numero pari alle colonne della linea. Tra martelli e caratteri vi è naturalmente il nastro inchiostro e la carta.

Sostanzialmente il metodo di stampa è simile a quello del tipo a tamburo, cioè il martello « pesca » al volo il carattere da stampare, anche se il modo con cui i caratteri sono portati davanti alle posizioni di stampa è diverso.

Una schematizzazione del nastro portacaratteri è illustrata in fig. 9. Usualmente la catena (o nastro, o cinghia) porta, in successione, più set di caratteri, in modo da aumentare la velocità di stampa.

Oltre a ciò, il passo dei caratteri sul mezzo trasportatore è leggermente maggiore del passo dei martelli, per cui solo un certo numero di caratteri risulta, ad ogni istante, allineato con dei martelli. Col rapporto illustrato in figura 10 si ha un allineamento ogni 16 martelli; in tutte queste posizioni si può

Fig. 8 - Stampa « al volo » con controllo dell'energia cinetica.





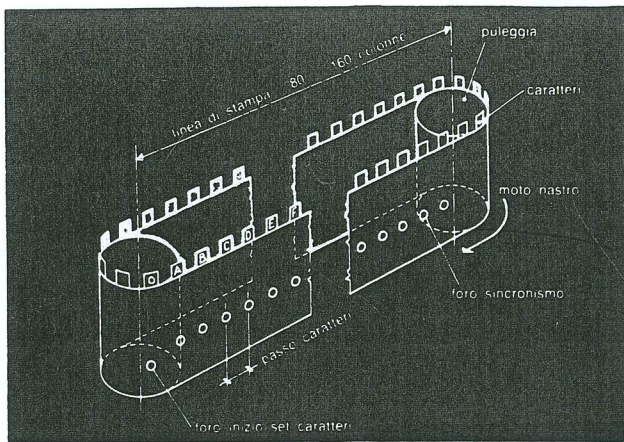


Fig. 9 - Stampante a nastro: schema di principio.

quindi avere una stampa simultanea. Successivamente, basta che il nastro portacaratteri si sposti di poco (in questo caso di 1/16 del passo tra i caratteri) perché si verifichi una nuova situazione di coincidenze, in posizioni diverse da prima. In altre parole, al muoversi del nastro si ha un effetto « verniero », che permette, via via, la stampa contemporanea ogni 16 colonne.

La fig. 11 mostra un meccanismo di stampa usato in stampanti del tipo a nastro. Esso è basato sullo stesso principio di stampa al volo con controllo dell'energia visto in precedenza. L'attivazione dell'elettromagnete imprime, con l'ausilio di un « intermediario », un momento al martello che colpisce, con una energia convenuta, il carattere. Questo, montato su una lamina elastica e portato da un nastro in acciaio sempre in movimento, si flette per uno spazio che è nell'ordine di qualche decimo di millimetro appoggiando la parte posteriore, non coniata, contro l'incudine, ossia contro una massa molto grande rispetto alla massa del martello. In questo istante il sistema è « rigido » ovvero l'energia, trasmessa dall'elettromagnete al martello è trasferita sul carattere per un tempo convenuto. A stampa effettuata, il meccanismo ritorna alla posizione di riposo.

Fig. 10 - Stampante a nastro: sincronizzazione caratteri/martelli.

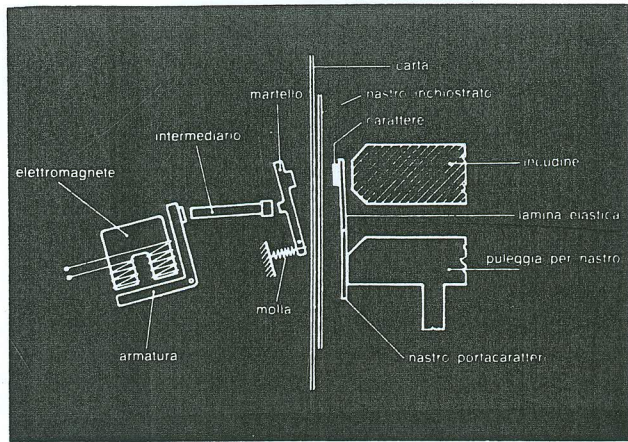
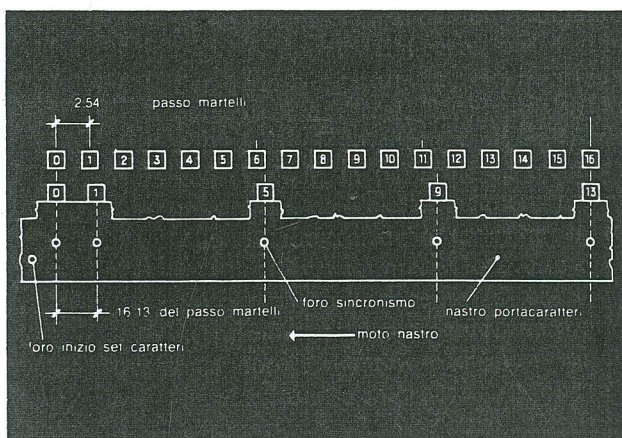


Fig. 11 - Stampante a nastro: meccanismo di stampa.

È ovvio che il tempo d'impatto deve essere breve ed il tempo di risposta del cinematismo uniforme se si vuole ottenere una buona qualità di stampa. Questi sono i principali vincoli di un qualsiasi sistema di stampa ad impatto.

Come illustrato in fig. 2 le stampanti del tipo a catena e nastro, sono ad oggi le più veloci.

Le stampanti a cinghia, invece, pur usando lo stesso principio, hanno velocità sensibilmente inferiori; non disponendo di meccanismi di stampa complessi possono però essere offerte a costi inferiori.

## 5. Tecniche di stampa per macchine seriali

Le macchine seriali presentano una varietà di soluzioni tecniche molto maggiore delle unità a linea. Le basse velocità di stampa (10 ÷ 200 car/sec, pari ad un massimo di 80 LPM) permettono alla fantasia dei progettisti di spaziare su un più ampio ventaglio di soluzioni. Attualmente sono in commercio macchine seriali che usano tecniche varie (a sfera, cilindro, ruota, margherita) con stampa a immagine intera, e macchine ad aghi con stampa a matrice.

Le prime saranno trattate brevemente, mentre maggior spazio verrà dato alle tecniche di stampa del secondo tipo.

### 5.1. Tipo sfera

Il set di caratteri è disposto sulla superficie di una sfera e tutti i caratteri sono posizionati sull'intersezione dei « meridiani » con i « paralleli », come mostrato in fig. 12. La selezione del carattere da stampare è ottenuta con mezzi elettromeccanici che agiscono sul moto angolare (meridiani) e sul moto di livello (paralleli). Il carattere così selezionato è portato sull'asse di stampa (equatore) e mezzi opportuni imprimono alla sfera un momento che la porta ad urtare la carta. Ovviamente, dopo la stampa, la sfera viene staccata dalla carta e con altri mezzi (carrellino porta testina) si provvede a traslarla di un passo carattere.

La stampa è del tipo non volo (carattere fermo) ed i caratteri sono ad immagine intera. La velocità di stampa è nell'ordine dei 10 ÷ 20 car/sec.



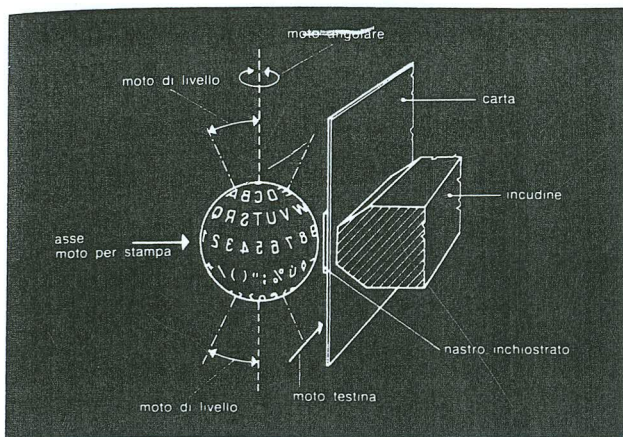


Fig. 12 - Stampante seriale a sfera.

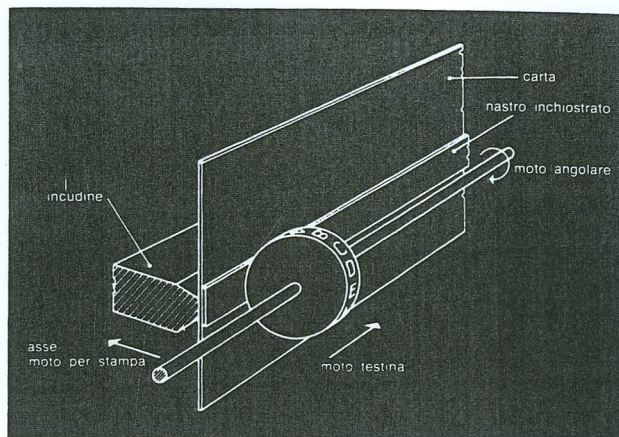


Fig. 14 - Stampante seriale a ruota.

### 5.2. Tipo cilindro

In fig. 13 è raffigurato un cilindro che contiene tutto il set di caratteri il quale è disposto, per coniatura, su diverse circonferenze od anelli. La selezione del carattere è la risultante dei moti angolare e di livello. Allorché il carattere è posizionato, mezzi elettromeccanici provvedono a portare il cilindro ad urtare la carta.

La stampa ed i caratteri sono dello stesso tipo di quelli a sfera. La velocità di stampa non supera i 20 car/sec.

### 5.3. Tipo ruota

Questa tecnica, illustrata in fig. 14, è simile alla precedente con il vantaggio però che la selezione del carattere è semplificata mancando il moto di scelta livello. Tutto il set di caratteri è contenuto sulla circonferenza della ruota. La stampa è identica al tipo cilindro. Se il set di caratteri è grande (64-96), il diametro della ruota può raggiungere valori tali che limitano fortemente la velocità di stampa: da 20 car/sec a 6 ÷ 10 car/sec. Aumentano inoltre le dimensioni del meccanismo.

### 5.4 Tipo margherita

In fig. 15 è mostrata una tecnica che differisce dalle

precedenti. I caratteri sono conati su supporti meccanici montati su lamine elastiche simili a quelle della tecnica a nastro (par. 4.8.) e ruotanti su un asse. La stampa è sempre del tipo non volo e la velocità è di 30 car/sec. Questo approccio ha il vantaggio di avere ingombri inferiori rispetto al tipo a ruota e quindi masse minori. L'energia occorrente per la stampa è inoltre nettamente inferiore poiché solo la lamina che porta un singolo carattere è attivata per urtare la carta e non tutta la ruota, o cilindro, o sfera.

### 5.5. Tipo a matrice

La matrice più comune è costituita da 35 punti: 7 righe per 5 colonne. Il set grafico si realizza all'interno della matrice, ossia il carattere si forma scegliendo opportunamente una serie di punti, per riga e colonna.

La testina di stampa ha una colonna verticale di 7 aghi ed è portata da un carrellino che trasla parallelamente alla linea di stampa ad una velocità costante.

La stampa è del tipo al volo e gli aghi urtano la carta con una energia impressa da altrettanti elettromagneti pilotati dai circuiti elettronici.

Un set grafico completo (128 caratteri) è contenuto

Fig. 13 - Stampante seriale a cilindro.

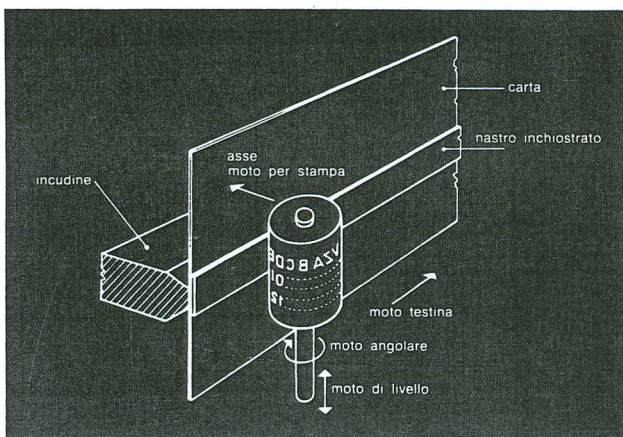
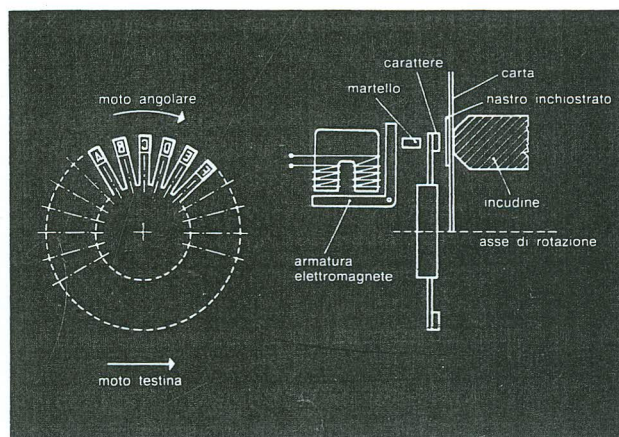


Fig. 15 - Stampante seriale tipo « margherita ».





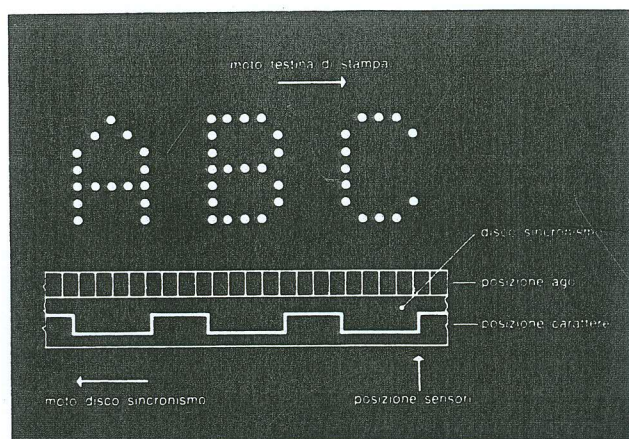


Fig. 16 - Principio di stampa a matrice di punti.

in una memoria. Quando la prima delle 5 colonne che compongono il carattere è selezionata, sono generati da uno a sette segnali ed inviati agli elettromagneti. L'operazione si ripete per tutte le colonne della matrice e per ogni carattere.

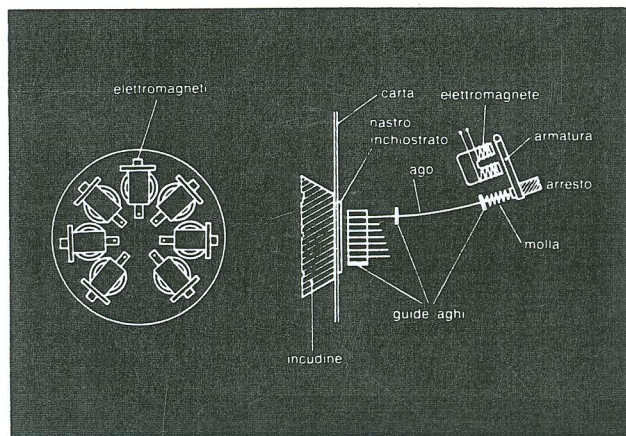
Per stampare la lettera E in fig. 1 si energizzano tutti gli aghi sulla colonna n. 1, gli aghi 1, 4, 7 sulle colonne 2, 3 e gli aghi 1, 7 sulle colonne 4, 5.

Il moto al carrellino porta testina è impresso, tramite una cinghia, da un motore passo-passo (« step motor ») e può essere continuo per scrittura « sincrona » da elaboratore, o discontinuo per scrittura « asincrona » da tastiera. Il ritorno della testina, dopo aver terminato la linea di stampa, avviene ad alta velocità.

Lo spostamento, lungo l'asse di scrittura, del carrellino è controllato da uno o più sensori che « leggono » delle tacche o fori posti su un disco di sincronismo, o altri mezzi atti a segnalare, ad ogni istante, la posizione lungo la linea di stampa degli aghi di scrittura. In fig. 16 è mostrata una porzione del disco di sincronismo.

La tecnica a matrice permette un migliore dosaggio

Fig. 17 - Schema di principio di stampante a matrice. A sinistra è mostrata una disposizione degli elettromagneti che ottimizza la geometria dell'insieme (Honeywell Information Systems Italia).



dell'energia conferita poiché essa è uguale per ogni punto. Con la tecnica a immagine intera invece si può avere una energia abbondante per caratteri con piccola superficie (ad esempio un punto) e scarsa per caratteri aventi grande superficie (ad esempio una W). Il pericolo è di bucare la carta dell'originale nel primo caso, per ottenere nel secondo caso un carattere leggibile anche sull'ultima copia.

Velocità attorno ai 200 car/sec sono realizzabili grazie al particolare meccanismo di stampa che fa delle macchine ad ago le più veloci ed economiche stampanti seriali.

In fig. 17 è illustrato un meccanismo di stampa ad aghi dove appaiono disegnati completamente solo un elettromagnete ed un ago. Gli altri 6 elettromagneti ed aghi, che completano la testina, sono appena tracciati ma sono visibili nella foto in fig. 18 che mostra una testina completa. In fig. 19 è illustrato un diagramma del moto dell'ago.

La testina di stampa è composta da 7 elettromagneti disposti su un cilindro. Ciascun elettromagnete, tramite la propria armatura o « paletta », energizza un ago, il quale scorre in apposite guide il più vicino possibile all'asse del cilindro.

Il meccanismo di stampa sfrutta il principio descritto nel par. 4.1. e cioè stampa al volo con controllo dell'energia.

Il movimento dell'ago di stampa si divide in 5 fasi:

- 1) ritardo ( $t_1$ )
- 2) corsa di andata ( $t_2$ )
- 3) impatto ( $t_3$ )
- 4) corsa di ritorno ( $t_4$ )
- 5) oscillazioni ( $t_5$ )

Il ritardo dipende dalle caratteristiche sia dell'elettromagnete che del circuito elettronico di pilotaggio.

Le oscillazioni sono dovute a « rimbalzi » dell'ago, il quale scarica l'energia ancora immagazzinata, contro l'arresto di riposo; ossia occorre un certo tempo per riportare in quiete il sistema e poter iniziare un nuovo ciclo.

Trascurando gli attriti e le resistenze aerodinamiche al moto della paletta, il moto dell'ago risulta essere uniformemente accelerato.

Quando la punta dell'ago urta contro l'incudine, comprimendo il nastro inchiostro e la carta, l'ago viene sottoposto a sforzo assiale di compressione.

Per semplicità supponiamo che non si verifichino flessione laterali dell'ago e che la sola energia potenziale immagazzinata dallo stesso sia dovuta alla deformazione elastica, in senso assiale, provocata dallo sforzo di compressione longitudinale. Inoltre supponiamo non ci siano perdite (dissipazione energetica) nel sistema.

All'istante dell'impatto, l'energia cinetica conferita all'ago si trasforma in energia potenziale elastica, che viene poi riconvertita in energia cinetica per dare inizio alla corsa di ritorno dell'ago.

È molto importante che gli attriti meccanici del ci-



DF,CR  
 110 START COMMAND EXECUTED  
 109 MAIN MEMORY MACHINE CHECK - ADDR

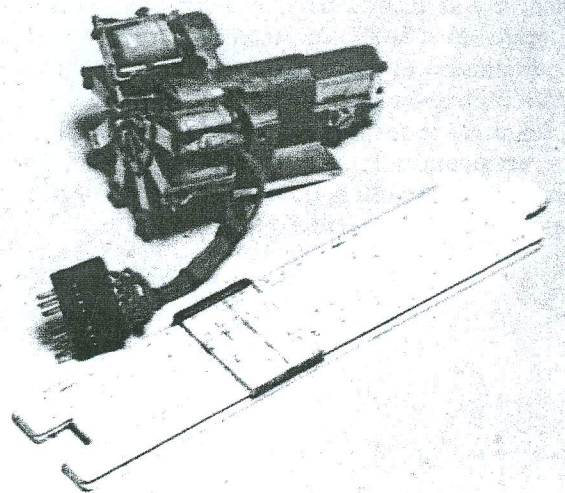
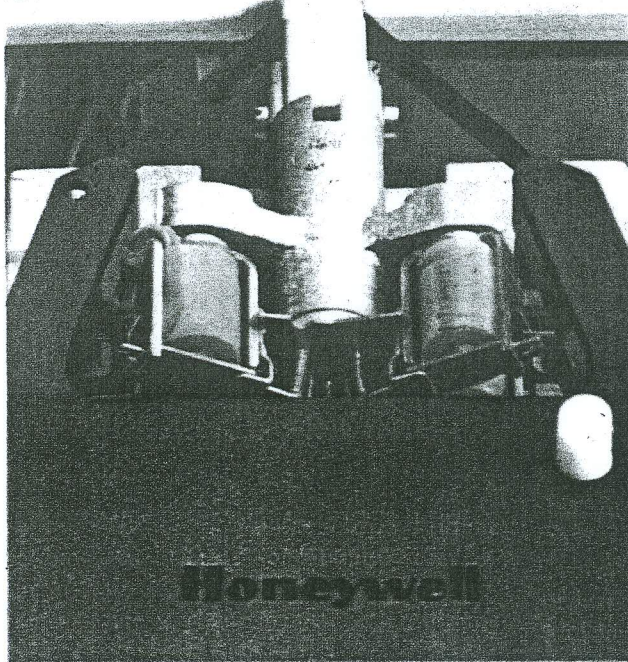
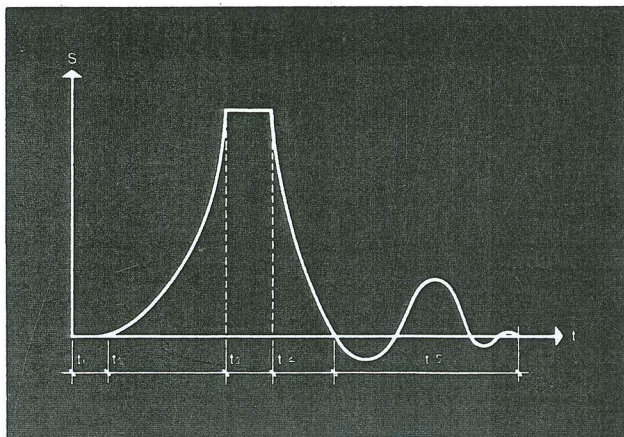


Fig. 18 - Le fotografie mostrano la testina di una moderna stampante seriale a matrice di alte prestazioni. (Progetto e fabbricazione della Honeywell Information Systems Italia).

nematismo della testina e del suo carrellino assumano, durante la stampa, valori molto piccoli se si vuole ottenere una buona qualità di stampa. È ovvio che altri fattori, quali i tempi di risposta del sistema e sincronismi non precisi, possono influenzare la qualità del carattere stampato.

Un fattore limitante la velocità di stampa è la massa totale del meccanismo (testina + carrellino). È fondamentale ridurre drasticamente gli ingombri ed usare materiali speciali aventi peso specifico basso, ma con durezze superficiali elevate, per controllare le usure meccaniche del cinematismo e le accelerazioni e velocità lineari del carrellino.

Fig. 19 - Diagramma di moto degli aghi in una stampante seriale a matrice.



## 6. Tecniche di stampa affermate

Tra le stampanti a linea, quelle a catena, nastro, cinghia, si sono ormai imposte, offrendo agli utilizzatori una varietà di prestazioni/costo oggi ritenute soddisfacenti.

È importante notare come questa tecnica permetta di avere una fascia di prestazioni molto ampia (80 ÷ 2800 LPM) variando solo il meccanismo di stampa e lasciando invariato il principio: cioè facendo traslare davanti ad una « batteria » di martelli, con moto parallelo all'asse della linea di stampa, tutto il set di caratteri.

Con questo approccio, grazie ad un migliore controllo dell'energia per stampare ed all'impiego di particolari materiali fonoassorbenti, si ha un rumore accettabile e nettamente inferiore che nella tecnica a tamburo. Inoltre i costi sono per le basse velocità (80 ÷ 400 LPM) molto interessanti, mentre per le velocità medie (400 ÷ 1200 LPM) sono concorrenziali ai tipi a tamburo con il vantaggio però di poter sostituire, a livello operatore, il supporto porta caratteri con un altro avente un set diverso. Infine per le alte velocità (1200 ÷ 2800 LPM) questa tecnica è oggi l'unica possibile, usando tecniche ad impatto. La tecnica a matrice ha permesso di raggiungere velocità che prima erano ritenute impensabili con tecniche seriali (sino a 200 car/sec), con costi giudicati molto buoni. Per le velocità più basse, e più precisamente attorno ai 15 ÷ 30 car/sec, i costi sono decisamente più favorevoli rispetto a macchine basate su tecniche a carattere intero.



L'affidabilità delle stampanti ad aghi è, inoltre, indubbiamente migliore poiché il meccanismo di stampa è molto semplice, l'energia in gioco è piccola e le tolleranze meccaniche ed elettriche più compatibili con una produzione di serie.

Anche con la tecnica ad aghi il campo di prestazioni è ampio: da 10 a 200 car/sec ed è ottenuto variando il meccanismo di stampa ed i materiali, mantenendo però il principio di base.

In definitiva la tecnica a catena/nastro/cinghia usata su stampanti a linea e la tecnica a matrice in atto su alcune stampanti seriali, appaiono ad oggi le più adeguate per la stampa ad impatto.

## 7. Conclusioni

L'introduzione nelle stampanti ad impatto di tutta una serie di innovazioni tecnologiche — dai nuovi materiali alle lavorazioni meccaniche speciali, dall'impiego di motori passo-passo a quello dell'elettronica integrata — hanno consentito di ottenere decisi miglioramenti in questo importante componente dei sistemi di elaborazione.

Le stampanti odierne sono assai più piccole, silenziose ed affidabili di quelle di anche pochi anni or sono, mentre il costo è andato via via diminuendo. Questi miglioramenti sono particolarmente evidenti nel settore delle stampanti seriali, dove l'introduzione ed il perfezionamento della tecnica di stampa a punti ha portato a prestazioni e costi del tutto irraggiungibili con le tecniche convenzionali.

L'evoluzione delle stampanti ad impatto non ha certamente raggiunto i suoi limiti ed ulteriori significativi progressi sono da attendersi negli anni a venire.