

Sistemi di stampa da elaboratore

GIANCARLO GATTI

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

1. Introduzione

In un precedente articolo⁽¹⁾ sono state illustrate le tecniche di stampa a impatto; questo secondo articolo completa la rassegna presentando i sistemi di stampa a non impatto.

Le stampanti a non impatto offrono motivi validi di interesse per i loro pregi in fatto di velocità, affidabilità e silenziosità. I metodi di stampa differiscono infatti sostanzialmente da quelli visti nell'articolo precedente per il fatto che non sono richiesti elementi percussori per scrivere un carattere; questo è infatti generato per via elettrica, ottica o magnetica. In accordo a ciò, le parti in movimento sono ridotte al minimo, col vantaggio di semplificare la complessità meccanica dell'apparecchiatura. Per contro, i sistemi di stampa a non impatto presentano determinati svantaggi. Non si possono infatti realizzare copie simultanee; inoltre diverse soluzioni richiedono l'uso di carta speciale con riflessi negativi sui costi di esercizio.

Nel seguito dell'articolo verranno descritti i principali tipi di stampa a non impatto, presentando sinteticamente i principi di funzionamento e le caratteristiche operative fondamentali.

2. Generalità sulle stampanti a non impatto

Si possono anzitutto distinguere due categorie di dispositivi: a linea e seriali (definiti come nel caso delle stampanti a impatto).

Le stampanti a linea vengono utilizzate come stampanti di uscita dell'elaboratore. Le massime velocità di stampa sono di 20.000 LPM (Linee per Minuto), velocità sette volte superiore alla più veloce stampante ad impatto. Le colonne di stampa, o il numero dei caratteri per linea stampata, vanno da 132 a 160 posizioni. In questi tipi di macchina i moduli di carta sono continui (fan fold) e la tabulazione verticale viene controllata dall'elaboratore che ha in memoria

la posizione di tutte le linee da stampare sul modulo. Queste macchine presentano meccanismi di controllo e trasporto della carta assai complessi e costosi; basti pensare che occorre garantire un buon allineamento con moduli che scorrono alla velocità di circa un metro/secondo.

Le stampanti seriali (salvo un tipo particolare ad altissima velocità; v. par. 3.5) hanno impieghi simili alle telescriventi, in consolle degli elaboratori, in applicazioni dove è importante la silenziosità e dove non sia necessario disporre subito di copie dell'originale. La velocità di stampa sono nel campo di 20 ÷ 500 car/sec., in funzione delle tecniche impiegate. Le colonne di stampa variano da 80 a 132 posizioni. Possono essere inseriti, oltre ai moduli continui, fogli singoli, (single sheet). In opzione, si può avere una tastiera alfanumerica ed il dispositivo VFU (Vertical Format Unit) per il controllo della tabulazione verticale.

In fig. 1 sono mostrati schematicamente i gruppi che compongono una stampante a non impatto. Essi sono uguali o simili, tranne ovviamente quello di stampa, ai gruppi delle macchine ad impatto. Il gruppo di stampa rimane sempre il più complesso e cambia in funzione dei principi di scrittura adottati. Lo schema di funzionamento in generale è simile a quello descritto per le stampanti ad impatto. L'informazione è inviata in una memoria di transito e gli elementi di scrittura vengono attivati con opportuno sincronismo in maniera da formare il carattere selezionato nella giusta posizione lungo la linea di stampa.

Si possono stampare caratteri ad immagine intera (solid font) o per punti (dot matrix). I set grafici di caratteri utilizzati sono diversi; pochi però sono quelli omologati da ISO e ASCII. Nella classe delle stampanti a linea la stampa del carattere è fatta per punti o per intero mentre in quella seriale è solo per punti. Nelle stampanti a punti, il set di caratteri può essere, in generale, variato in modo abbastanza semplice, agendo sulla logica che controlla la formazione dei

(1) Quaderni di Informatica, n. 5, 1976.

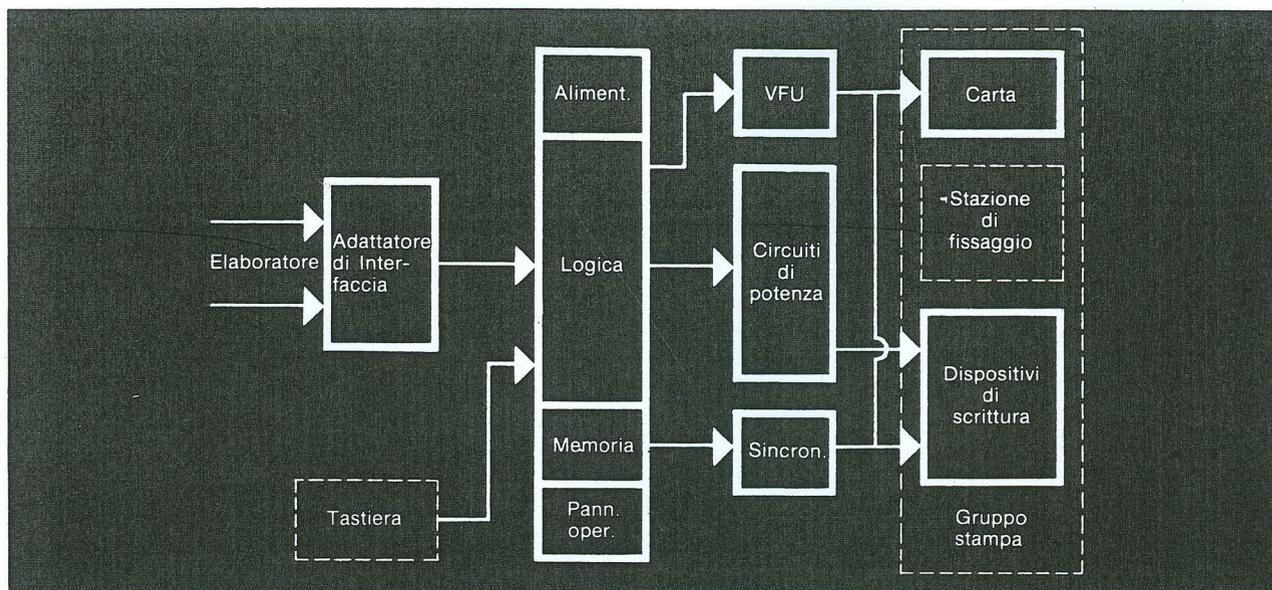


Fig. 1 - Schema a blocchi di stampante non a impatto.

caratteri; in alcuni casi, ad esempio con la stampante a laser (par. 3.5), è anche possibile variare da programma le dimensioni dei caratteri.

I principi impiegati per realizzare una stampa senza impatto sono numerosi ed i più significativi verranno esaminati nel paragrafo seguente. In termini generali si può tuttavia dire che l'immagine viene generata in uno dei seguenti modi:

- direttamente sulla carta, con visibilità immediata;
- direttamente sulla carta, ma come immagine latente; la visibilità è ottenuta mediante un successivo trattamento (sviluppo);
- indirettamente, su un supporto intermedio da cui viene poi trasferita sulla carta.

Secondo il principio di scrittura, la carta può essere di tipo normale oppure speciale. Tra queste ultime sono di particolare importanza:

- le carte con uno strato dielettrico, usate nei vari sistemi di stampa elettrostatica;
- le carte termosensibili (carte termochimiche; carte con uno strato bianco a bassa temperatura di fusione, posto su un fondo nero);
- carte porose per la stampa elettrolitica.

Il costo delle carte trattate costituisce un elemento a sfavore di determinate soluzioni, ma può essere bilanciato da altri fattori positivi da queste presentate.

3. Tecniche di stampa

In questo paragrafo vengono descritte le tecniche di stampa più significative realizzate negli ultimi anni. Le diverse soluzioni sono tra loro confrontate nella tabella di fig. 2.

3.1. Stampa elettrografica

È questo un sistema di stampa elettrostatica a visibilità differita, che richiede carta trattata. In figg. 3 e 4 sono schematizzati rispettivamente il tipo a linea e quello seriale.

Il carattere è costituito da una serie di punti posti in un reticolo o matrice, normalmente di 7×5 posizioni. Gli elettrodi posti davanti alla carta ad una distanza di alcuni decimi di millimetro ed opportunamente pilotati dalla logica elettronica della macchina, sono attivati selettivamente in corrispondenza del carattere da stampare. Si creano così sulla carta, che

Fig. 2 - Tecniche di stampa a non impatto: caratteristiche principali

Tecnica di stampa	Velocità massima	Categoria	Processo di stampa	Forma del carattere	Visibilità	Qualità di stampa	Affidabilità	Carta
Elettrografica	18.000 LPM	A linea	Con sviluppo	A punti	Differita	Buona	Ottima	Speciale
Elettrografica	500 car/sec	Seriale	Con sviluppo	A punti	Differita	Buona	Ottima	Speciale
A plasma	20.000 LPM	A linea	Diretto	A punti	Immediata	Buona	Buona	Normale
A getto di inchiostro	200 car/sec	Seriale	Diretto	A punti	Immediata	Discreta	Buona	Normale
Xerografica	8.000 LPM	A linea	Indiretto	Continuo	Differita	Ottima	Buona	Normale
Xerografia a laser	45.000 car/sec	Seriale	Indiretto	A punti	Differita	Buona	Buona	Normale
Magnetografica	12.000 LPM	A linea	Indiretto	A punti	Differita	Ottima	Ottima	Normale
Termica	100 car/sec	Seriale	Diretto	A punti	Immediata	Discreta	Discreta	Speciale
Elettrolitica	250 car/sec	Seriale	Diretto	A punti	Immediata	Discreta	Scarsa	Speciale

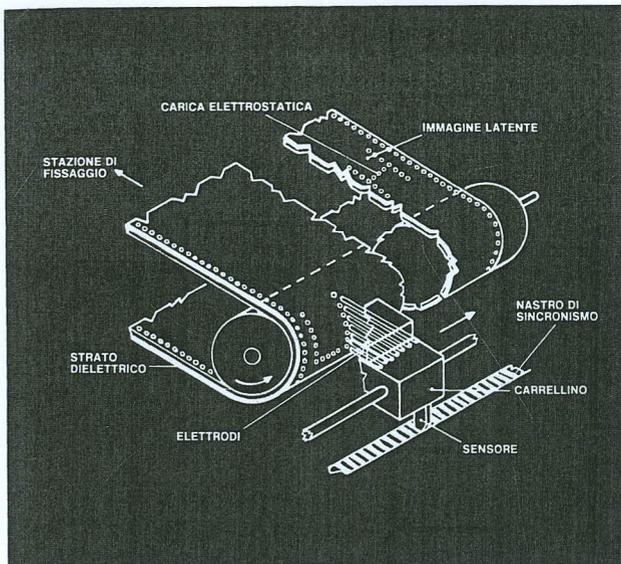


Fig. 3 - Stampante elettrografica a linea

è ricoperta con uno strato di materiale dielettrico, delle cariche elettrostatiche formanti una immagine latente nelle posizioni dove occorre stampare dei punti. Il tempo richiesto per depositare le cariche elettriche è nell'ordine dei microsecondi; le correnti in gioco sono bassissime.

L'immagine latente è resa visibile con un processo successivo, inviando sulla carta un flusso di polvere di inchiostro (toner) caricato elettrostaticamente. Le cariche presenti sullo strato dielettrico della carta, attraggono le particelle di inchiostro, che sono caricate con segno opposto. Il toner è successivamente fissato sulla carta tramite pressione e riscaldamento. Questo processo di stampa è illustrato in fig. 5.

Nella categoria a linea, gli elettrodi sono allineati e paralleli all'asse di stampa; nel caso considerato, vi sono cinque elettrodi per ogni carattere o colonna. Il moto della carta è generato da un motore passo-passo in maniera che, ad ogni impulso, la carta si sposta di 1/7 dell'altezza del carattere per realizzare i punti verticali. La velocità di queste stampanti arriva fino a 18.000 LPM.

Nella categoria seriale, la stampa è ottenuta con una

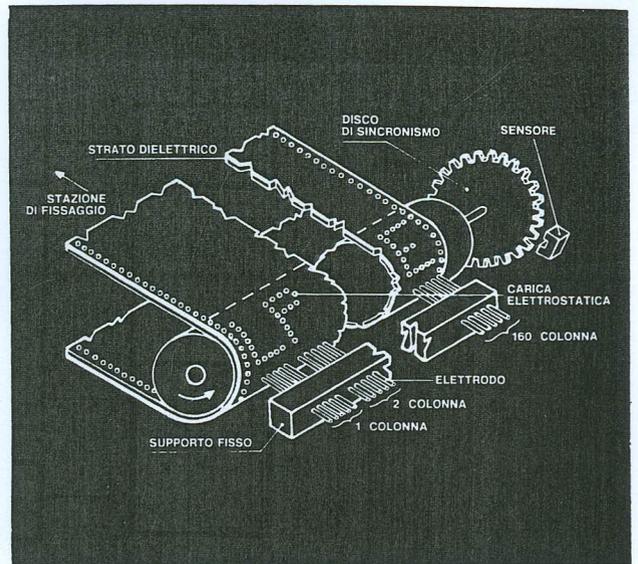


Fig. 4 - Stampante elettrografica seriale

fila verticale di sette elettrodi montati in una testina che trasla, su apposito carrellino, parallelamente alla linea di scrittura. La disposizione è identica a quella vista per la stampante ad impatto seriale ad aghi. La velocità massima di stampa arriva fino a 500 car/sec.

3.2. Stampa a plasma

Questo sistema (Plasma Jet) illustrato in fig. 6, consente la stampa diretta su carta non trattata. La macchina è a linea e la stampa del carattere avviene per punti in una matrice poniamo di 7×5 . La disposizione degli elettrodi ricalca l'approccio seguito nella stampante a linea descritta nel par. 3.1. e così dicasi per il moto della carta.

Tra gli elettrodi e la carta fluisce un sottile strato gassoso costituito da particelle di inchiostro caricate negativamente. Attivando elettricamente gli elettrodi, si staccano da questi ioni positivi che attraverso lo strato gassoso proiettano le particelle di inchiostro sulla carta nelle posizioni desiderate.

Rispetto al metodo elettrografico visto nel par. 3.1., questo sistema presenta vantaggi quali l'impiego di carta normale e la semplificazione del processo di

Fig. 5 - Processo di sviluppo stampa elettrografica.

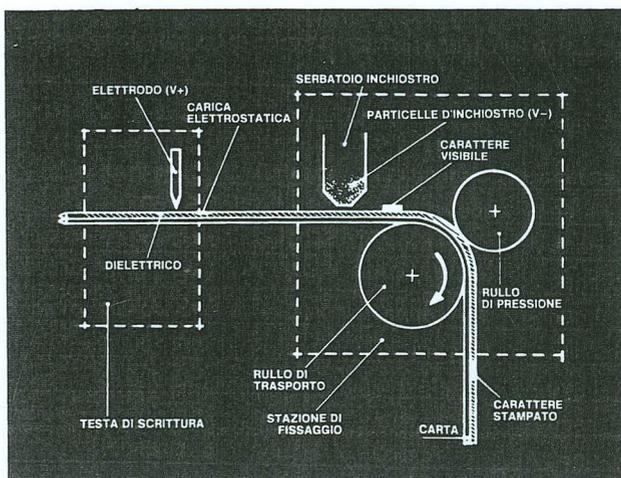
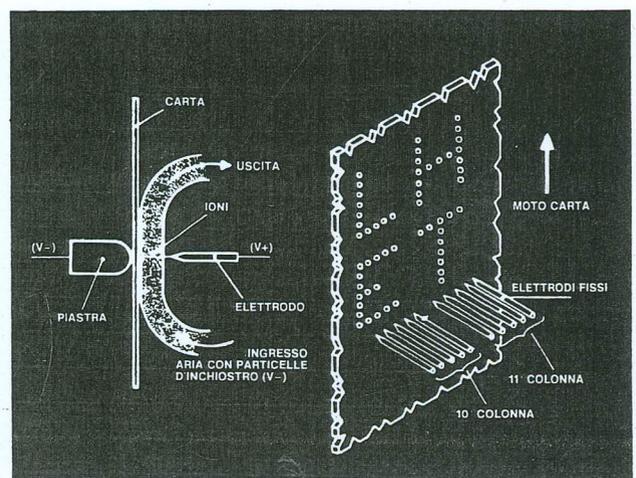


Fig. 6 - Stampante a plasma



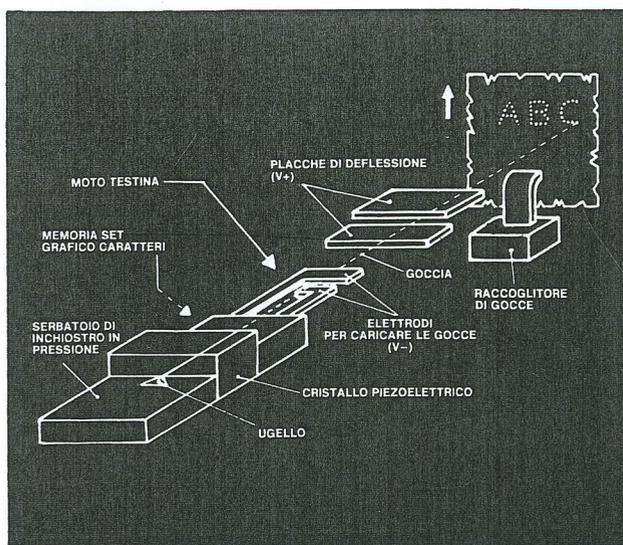


Fig. 7 - Stampante a getto di inchiostro

scrittura. La velocità di stampa può raggiungere le 20.000 LPM.

3.3. Stampa a getto di inchiostro

In questo sistema (Ink Jet) la scrittura è realizzata mediante un sottile getto di inchiostro che descrive il carattere direttamente sulla carta. In effetti il getto è costituito da una successione di minuscole gocce di inchiostro (circa 25 centesimi di millimetro in diametro) caricate elettrostaticamente, che vengono guidate sulla carta mediante opportuni campi elettrici. Ogni goccia si comporta in modo analogo a quello di un elettrone in un tubo catodico. I caratteri sono quindi formati da una serie di punti vicinissimi fra loro così da apparire continui. La fig. 7 illustra il metodo in questione.

Un semplice circuito idraulico mantiene l'inchiostro a pressione costante entro un serbatoio di capacità adeguata. Un ugello, posto all'uscita del serbatoio, regola il flusso del getto che viene interrotto da vibrazioni ad alta frequenza generate da un cristallo piezoelettrico; in corrispondenza si formano le gocce. Queste vengono caricate elettrostaticamente in modo proporzionale alla deflessione desiderata della loro traiettoria. Le gocce attraversano, successivamente all'uscita dall'ugello, un campo elettrostatico fisso che le indirizza con angoli opportuni verso la carta. Le gocce non deviate vengono catturate da un raccogli-tore e rimesse in ciclo.

Il meccanismo è posto su un carrellino che trasla davanti alla carta con moto parallelo alla linea di stampa. I punti sono posizionati mediante lo spostamento orizzontale della testina di scrittura e la deflessione verticale operata dal campo elettrico.

La velocità massima di stampa è nell'ordine di 100 car/sec.

3.4. Stampa xerografica

Questo sistema (Xerography) è di tipo elettrostatico a stampa indiretta su carta normale. Il funzionamento è a linea, e la stampa del carattere è del tipo ad immagine intera.

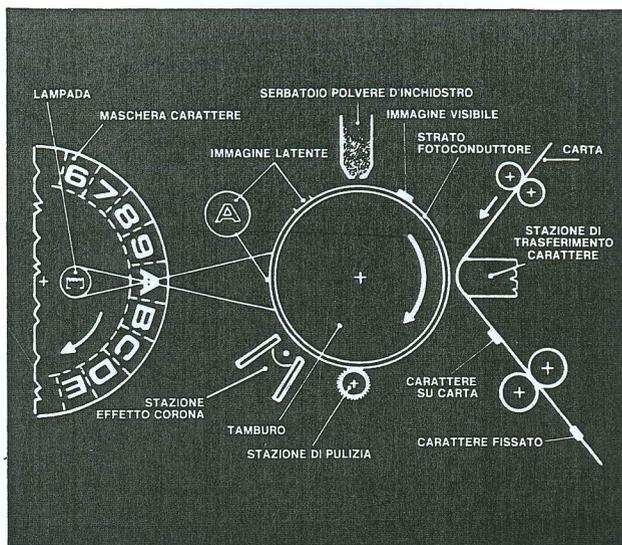


Fig. 8 - Stampante xerografica

Il processo si basa sulla formazione di un'immagine latente, costituita da cariche elettrostatiche, realizzata su supporti opportuni (tamburo rotante, nastro, ecc.). Tale immagine viene formata illuminando selettivamente la superficie di materiale fotoconduttore, con cui è rivestito il supporto. Lo strato fotoconduttore deve essere preventivamente caricato elettrostaticamente mediante « effetto corona ». Nelle zone illuminate si formano coppie elettrone-lacuna che permettono la dispersione della carica superficiale. Nelle zone non illuminate rimane la carica elettrostatica; a questa immagine latente si fa aderire una polvere di inchiostro (toner) carica con segno opposto, che viene successivamente trasferita sulla carta e fissata.

In fig. 8 è illustrato uno schema di funzionamento. Un tamburo avente sulla circonferenza delle maschere rappresentanti il set grafico dei caratteri (un set per colonna di stampa) è in rotazione continua. All'interno di esso vi sono delle lampade, che per semplicità supponiamo essere una per colonna. Allorché la maschera del carattere da stampare si presenta davanti al cono di luce della lampada, questa viene accesa per un breve tempo. L'immagine del carattere viene focalizzata sull'altro tamburo rivestito con strato fotoconduttore. Nelle aree colpite dalla luce le cariche elettrostatiche superficiali vengono dissolte mentre quelle presenti nelle zone d'ombra rimangono inalterate.

L'immagine latente viene successivamente sviluppata inviando un flusso di toner, che viene trattenuto solo dalle aree caricate elettrostaticamente. L'immagine, seguendo il moto del tamburo, passa poi attraverso la stazione di trasferimento dove il carattere viene ceduto alla carta. Successivamente, le particelle di inchiostro sono fissate sulla carta mediante pressione e riscaldamento.

Eventuali particelle rimaste sulla superficie del tamburo vengono eliminate durante il passaggio attraverso una stazione apposita. Dopo questa operazione, la superficie fotoconduttrice è pulita e pronta per ripetere il ciclo di stampa.

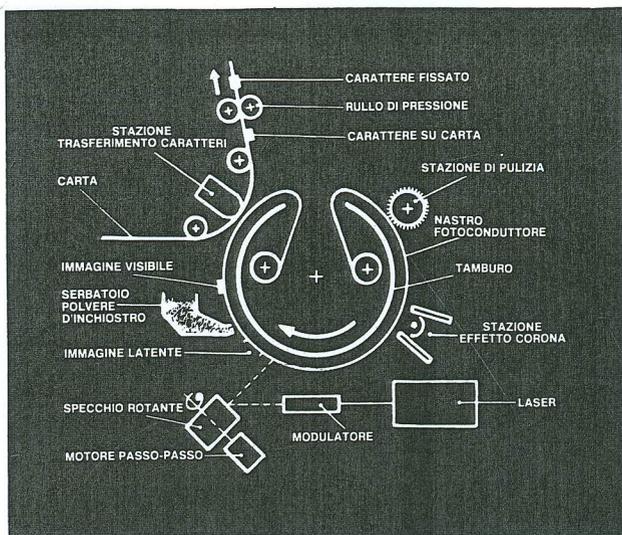


Fig. 9 - Stampante xerografica a laser

In queste macchine le velocità operative raggiungono le 8.000 LPM.

3.5. Stampa xerografica a laser

Questo sistema (fig. 9) è in sostanza una variante del sistema descritto nel paragrafo precedente.

L'organizzazione è seriale e la stampa del carattere è del tipo a punti. Si possono ottenere punti vicinissimi fra loro e la qualità di stampa risulta quindi buona e molto vicina a quella con immagine intera. Modulando il raggio laser si possono realizzare diversi set grafici di caratteri senza modificare la macchina. L'alta velocità di stampa pari a 45.000 car/sec. o 13.400 LPM, fa di questa macchina la più veloce delle stampanti seriali (impatto e non).

Un nastro fotoconduttore è teso sulla superficie di un tamburo avente una feritoia nella quale viene fatto passare per essere raccolto su bobine. Un dispositivo, non illustrato in figura, provvede a fare scorrere il nastro dopo un certo periodo di impiego, in maniera da presentare una superficie vergine per le scritture successive.

Il tamburo è in rotazione continua e la superficie del nastro fotoconduttore viene caricata elettrostaticamente nella stazione a effetto corona per essere pronta a ricevere l'immagine.

Un raggio laser a bassa potenza, opportunamente diretto in funzione del carattere da stampare, viene inviato contro uno specchio rotante e riflesso verso lo strato fotoconduttore.

Una linea di caratteri viene scritta in orizzontale mediante la deflessione procurata dallo specchio ed in verticale sfruttando la rotazione del tamburo. Data l'alta velocità di deflessione orizzontale non vi è disallineamento apprezzabile della linea di stampa. L'immagine latente formata sul nastro fotoconduttore viene sviluppata con l'applicazione del toner e successivamente trasferita sulla carta e fissata con un processo uguale a quello descritto nel paragrafo precedente.

3.6. Stampa magnetica

Questo sistema, schematizzato in fig. 10, è concettual-

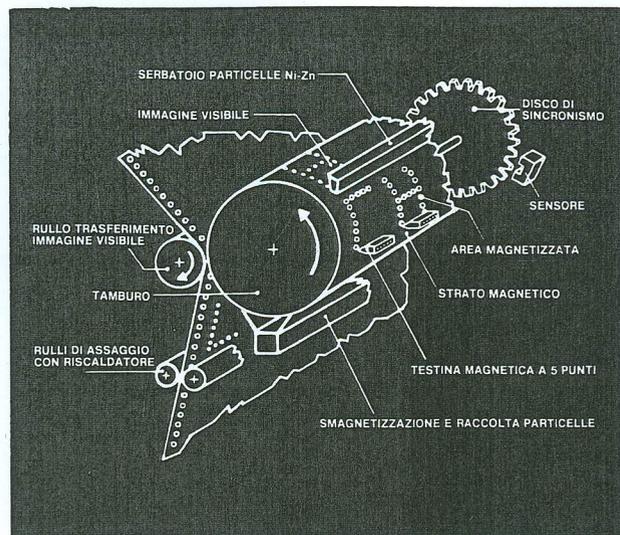


Fig. 10 - Stampante magnetografica

mente il duale, in termini magnetici, dei sistemi elettrografici indiretti. Il dispositivo di stampa è costituito da testine magnetiche, una per carattere, disposte lungo la linea di stampa e vicinissime ad un tamburo rotante, ricoperto di uno strato magnetico avente opportune caratteristiche. La testina è costruita in modo da magnetizzare, lungo una linea orizzontale, una serie di piccole aree corrispondenti ai punti che compongono il carattere. Strutturando la rotazione del tamburo, si costruisce sulla sua superficie una immagine latente dei caratteri della linea. L'immagine latente viene poi sviluppata applicando alla superficie del tamburo un toner speciale che aderisce solo sulle zone magnetizzate. Successivamente, l'immagine viene trasferita sulla carta e fissata, al solito, mediante pressione e riscaldamento. Infine, una stazione provvede alla smagnetizzazione del tamburo ed alla raccolta delle particelle residue, rigenerando la superficie magnetica prima che si presenti di nuovo sotto le testine di scrittura. La velocità di stampa ottenibile e con questo sistema sfiora le 12.000 LPM.

3.7. Stampa termica

Questo processo di scrittura utilizza l'energia termica per modificare lo stato di carte opportunamente trattate.

Una disposizione tipica è quella illustrata nella fig. 11. Una testina con sette microresistori è traslata lungo la linea di stampa da un motore passo-passo. I segnali elettrici di comando scaldano selettivamente i resistori; il calore da questi generato fa fondere lo strato superficiale bianco in modo da creare, per contrasto con la base nera, i punti formanti il carattere. In altre soluzioni, il calore innesca una reazione chimica che colora la carta. In ogni caso, per conseguire velocità di operazione adeguate, occorre che gli elementi di scrittura presentino una bassa inerzia termica.

Una variante di queste tecniche di stampa si può considerare quella a scarica elettrica: la tensione applicata ad elettrodi puntiformi, posti a contatto con la carta, genera un arco di corrente che incide lo

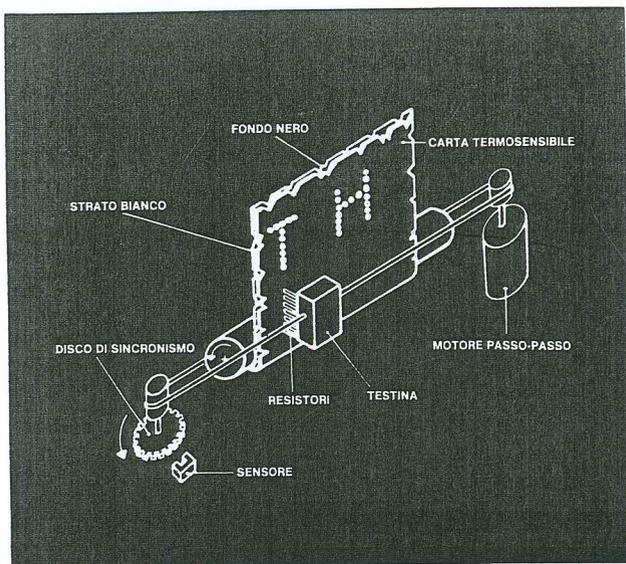


Fig. 11 - Stampante termica

strato superficiale della carta, scoprendo lo strato nero sottostante.

In alcune macchine la testina è costituita da 16 barrette riscaldanti, ossia il carattere è costruito con una serie di piccoli segmenti anziché con punti. Questo approccio riduce fortemente la velocità (circa 30 car/sec.), per la maggiore inerzia termica della testina.

La stampa termica offre soluzioni costruttive molto semplici e compatte, con poche parti in movimento. Vi sono però alcuni aspetti negativi che ne limitano la diffusione come:

- velocità ridotta (non si superano i 100 car/sec con scrittura a punti ed i 30 car/sec con scrittura a segmenti);
- uso di carte speciali da maneggiare con cura e da utilizzare in ambienti con temperatura ed umidità entro livelli prescritti;
- frequente necessità di pulire i resistori/elettrodi;
- cattivo odore durante la stampa, per la volatilizzazione di sostanze contenute nella carta.

3.8. Stampa elettrolitica

In questo sistema (fig. 12) la carta, opportunamente inumidita, per avere buona conduttività, è posta fra la testina di scrittura ed una piastra di tellurio, la quale è tenuta ad un potenziale negativo. Allorché uno qualsiasi dei sette elettrodi verticali che compongono la testina di scrittura viene portato ad un potenziale positivo, una corrente elettrica fluisce attraverso la carta. Il tellurio viene dissolto elettroliticamente e trasportato dentro la carta, che è di natura porosa. Come risultato si ha un annerimento della carta in corrispondenza della punta dell'elettrodo. Questa soluzione è semplice e offre buone velocità (attorno ai 250 car/sec.). Per contro, esistono problemi di usura degli elettrodi e l'inconveniente di dover maneggiare carta umida. Queste caratteristiche negative limitano fortemente la diffusione della stampa elettrolitica.

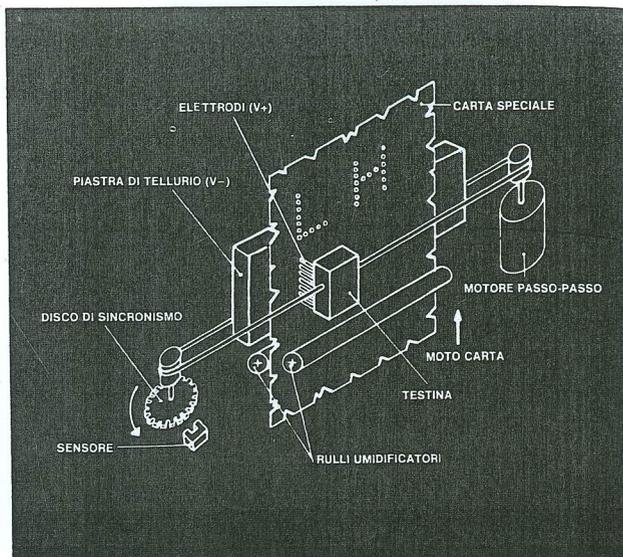


Fig. 12 - Stampante elettrolitica

4. Conclusioni

Le stampanti a non impatto sono state oggetto di numerosi studi e progetti negli ultimi dieci anni, ma solo un ristretto numero di modelli è stato costruito in piccole serie per essere utilizzato nei sistemi di elaborazione di dati. Oggi si nota una tendenza a chiarire ed organizzare meglio tutto il settore (tecnico e di vendita) di queste macchine in funzione dell'aumentato interesse da parte degli utenti.

Infatti queste stampanti sono attraenti per le loro caratteristiche funzionali, quali l'elevata velocità, la bassa rumorosità, il livello di affidabilità e inoltre, con gli ultimi sviluppi, stanno diventando interessanti anche per il costo. Questi vantaggi sono in parte attenuati dagli inconvenienti tipici della stampa a non impatto e cioè: uso, in alcuni tipi, di carta speciale; qualità di stampa mediamente inferiore rispetto a quella ottenuta per impatto; impossibilità di avere copie contemporaneamente alla stampa dell'originale. Comunque, in definitiva, è lecito prevedere nei prossimi anni una sostanziale espansione nell'uso di queste stampanti, con una introduzione selettiva nelle applicazioni dove vengono valorizzate le loro caratteristiche peculiari.

5. Bibliografia

- D. NICOLAS, "Les imprimantes hier, aujourd'hui et demain", Informatique et gestion, n. 53, 1973.
- R. BORELLI, R. BAYLESS, E. TRUAX, "A nonimpact page printing system", Computer, 9/1975.
- A. FINOCCHIARO, "Sistemi elettronici nella stampa e nel plotting", Tecnica e automazione, 1971.
- "Ultrafast printer merges electrophotographic laser technologies", Computer, 6/1975.
- A. RAGOZZINO, M. SHEBANOW, "Impact and nonimpact printers", Honeywell Computer Journal, 1969.
- F. FILIPPAZZI, "Tecnologia dell'elaboratore elettronico: situazione attuale e prospettive", edit. F. Angeli, 1976.