

# SISTEMI AUTOMATICI DI RICONOSCIMENTO PER LE GEOMETRIE DEI CODICI A BARRE

Giovanni Ippoliti\*  
Domenico Marconi\*\*

## 1. PREMESSA

Questo lavoro nasce come logica prosecuzione dell'articolo *Un'indagine sull'uso dei sistemi di lettura (codici a barre) nel settore del commercio*, pubblicato nel numero 1 di *Ratio Mathematica* e del quale si dà qui nel seguito un breve riassunto.

Nella moderna società dei consumi, l'incremento generale del tenore di vita è stato tale da far concretizzare un uniforme livellamento in alto dell'economia familiare. Questo fenomeno ha fatto sentire i suoi effetti in primis per ciò che concerne l'aspetto consumistico della società, il che ha comportato, già verso la fine degli anni sessanta e negli Stati Uniti per prima, la creazione di una vasta gamma di tecniche atte a migliorare la gestione industriale e commerciale, il controllo e la movimentazione, l'organizzazione e la movimentazione delle varie fasi nonché la razionalizzazione della movimentazione di cose e persone.

---

\* Istituto Tecnico per Geometri *C.Forti* Teramo

\*\* Istituto Tecnico Commerciale *C.Rosa* Nereto

Una tra le più importanti di queste tecniche, se non la più importante, è rappresentata dai *codici a barre*. Essi non sono altro che superfici composte di barre scure e di spazi chiari; la loro larghezza e spaziatura varia in funzione del sistema di simbolizzazione adoperato. Ognuno di questi ultimi, infatti, utilizza un proprio modulo base di barra, avente una larghezza minima, dal quale, mediante un coefficiente di moltiplicazione, viene ottenuto il valore degli elementi più larghi.

Il codice a barre vede la sua genesi nella necessità della lettura automatica dei caratteri rappresentati, attraverso un procedimento di lettura ottica e di decodifica elettronica.

Le origini del *bar-code* risalgono al 1949. I primi studi sulla possibilità che un codice a caratteri stampati sulle confezioni dei prodotti di largo consumo possa essere decodificato da un sistema ottico, evitando così la creazione di lunghe file alle casse dei vari supermercati, risalgono al 1960.

Il sistema Americano prese successivamente piede anche in Europa, attraverso la creazione di un sistema di identificazione e catalogazione dei vari prodotti, il cosiddetto *codice EAN* (European Article Number, o numero europeo dell'articolo). Questo codice sta a rappresentare in un certo senso la *carta d'identità* di ciascun prodotto, sia confezionato nel nostro paese, sia importato.

Le applicazioni dei codici a barre sono innumerevoli. Il settore in cui sono stati applicati in maggior misura è quello del conteggio e della movimentazione magazzino e vendite che si realizza marcando gli articoli con il codice prodotto e tradotto in codice a barre sulla confezione che viene stampata in produzione.

Ulteriori utilizzi del *bar-code* stanno nell'applicazione per il riconoscimento del personale e per attivare gli ingressi ad aree riservate e/o effettuare il riconoscimento; nei controlli di sicurezza e nella gestione di documenti nelle banche; nelle operazioni di analisi e di identificazione presso i centri trasfusionali e di analisi; nel settore finanziario con le carte di credito e le carte di acquisto, ecc..

L'adozione dei codici a barre porta con sé una serie di vantaggi, sia nella produzione, (miglioramenti gestionali), sia nella distribuzione (miglioramento della ricezione delle merci e delle consegne ai punti di vendita), nella movimentazione delle merci (eliminazione della marcatura dei singoli pezzi, impossibilità di errori umani nella fase di prezzatura) e nella gestione ed amministrazione delle attività commerciali (disponibilità di notizie dettagliate sulle vendite).

Ecco quali sono i codici a barre più usati.

Il codice più semplice e di più largo uso, soprattutto in campo industriale, è il *codice 2/5* (2 su 5); o, meglio, la famiglia dei 2/5, in quanto esistono diversi sottocodici di esso. I più usati sono l'*interleaved* e l'*industrial*; entrambi sono costituiti da 5 elementi, barre o spazi.

Il *codice alfanumerico 39* è simile al precedente ma più ricco di elementi per il fatto che in esso non si rappresentano soltanto i numeri, ma anche le lettere dell'alfabeto. Consta di 9 elementi ed è costituito da 5 barre e 4 spazi. L'unico svantaggio di tale codice è la lunghezza.



Il *codice UPC* è in uso negli USA, in Canada e nel Regno Unito; si distingue in due diversi tipi: UPC versione A ed UPC versione E.

Il *codice 11* è bidirezionale, numerico e di lunghezza variabile. La sua codifica prevede sia barre che spazi.

Anche il *codice MSI* ed il *Codabar* sono bidirezionali. Quest'ultimo, oltre alle 10 cifre della numerazione, è costituito da altri 14 caratteri speciali, formati in parte da lettere ed in parte da simboli o segni di interpretazione. Anche per questo codice, come per il codice 39, lo svantaggio è la bassa intensità di informazione.

Il *codice EAN* (European Articles Numbering), è strutturato in due formati: l'EAN 13 e l'EAN 8, ma il primo è di gran lunga il più usato. Questo sistema è stato studiato per essere compatibile con quello Americano (UPC). Nell'EAN, ad ogni prodotto messo in commercio viene destinato un numero di codice che individua univocamente il prodotto su base nazionale.

## 2. TECNOLOGIE ED APPARATI PER I CODICI A BARRE

I codici a barre possono essere stampati in tutti i modi con cui vengono impressi i caratteri; generalmente la stampa può avvenire con tre diversi tipi di risoluzione: ad alta, media e bassa densità.

I metodi di stampa sono di quattro tipi: *tipografico* (offset), che necessita di pellicola master per generare il cliché di stampa, oppure mediante *stampanti a matrici d'aghi*, *stampanti a tamburo rotante* (drummer) e *stampanti termiche* (a getto d'inchiostro o laser).

La stampa è legata al tipo di lettore utilizzato. La barra e lo spazio unitari devono essere di spessore maggiore o uguale alla risoluzione del lettore usato, ossia la densità del codice da stampare e la risoluzione vanno adeguate l'una all'altra, entro certi limiti. Nella stampa dei codici a barre bisogna lasciare, prima e dopo il codice, almeno 10 mm. di spazio libero da qualunque scritta, figura o altro.

Il fondo sul quale viene stampato il codice è preferibile sia bianco, giallo, arancio o rosso; normalmente si stampa in nero su fondo bianco. Il supporto di stampa (carta, cartone) non deve essere di materiale riflettente la luce incidente (effetto *specchio*). A questo proposito si consiglia di osservare il supporto prescelto con una lente di ingrandimento.

Tra le barre (bianche o colorate) ed il fondo deve sussistere un contrasto, altrimenti il sensore non riesce a fornire un segnale tale da far distinguere le barre dal fondo.

L'indice di contrasto (C) deve valere al minimo 0.8 ed è calcolato con la seguente formula:

$$C = (\text{Riflettenza del supporto} - \text{Riflettenza del nero})$$

Diamo ora una descrizione delle caratteristiche basilari delle varie stampe.

### 2.1. STAMPA TIPOGRAFICA

Tale metodo prevede la creazione di un cliché, dopodiché avviene la stampa con macchine tradizionali o con offset. Nel caso del codice EAN, bisogna far eseguire a ditte specializzate un *film master* fotografico da consegnare alla ditta, a causa delle specifiche caratteristiche dimensionali internazionali, molto rigide. Il metodo consente di ottenere elevata nitidezza delle stampe, grande precisione dimensionale, scarsi difetti per mancanza di inchiostro in alcune zone e la possibilità di stampare il colore. Grazie a ciò i codici possono essere stampati ad alta densità, occupando poco spazio. Le stampe colorate possono essere lette da un lettore con emissione di infrarosso. Barre di colore giallo, rosso, indaco, rosa, arancio e alcune tonalità di magenta e azzurro non vengono lette, se non con molta difficoltà, da lettori con emissione nel rosso.

Il metodo di stampa tipografica viene principalmente usato per le confezioni di grandi quantità e prodotti.

### 2.2. STAMPANTI A MATRICI D'AGHI

Questo tipo di stampa viene usato per piccole e medie quantità. Si stampa usualmente su carta, cartoncino e, in special modo, su etichette autoadesive.

Il tipo di carta usato è molto importante: deve assorbire l'inchiostro per evitare che lo stesso macchi l'etichetta al momento della sua applicazione sul prodotto, rendendo così impossibile la lettura del codice. Il vantaggio della stampa ad aghi consiste nella possibilità di stampare piccole serie di etichette, diverse l'una dall'altra, cosa che risulta impossibile per la stampa tipografica, a meno che non si cambi il cliché.

Generalmente la stampa è collegata ad un elaboratore che esegue un programma per la generazione dei codici ed il comando degli aghi della stampante in modo grafico (stampa lenta); oppure la stampante contiene la tabella per la generazione dei codici (stampa più veloce).

Tale metodo è adatto per stampare solo codici a media o bassa densità, ha una sufficiente precisione dimensionale, discreta nitidezza, possibilità di salto da una riga all'altra. Presenta però una scarsa possibilità di stampa a colore e scarsa battuta degli aghi. Un notevole miglioramento delle qualità di stampa si ottiene con l'uso di stampanti a 24 aghi anche se la stampa che si ottiene attualmente con le stampanti a 9 aghi è più che sufficiente per la successiva lettura.

### 2.3. STAMPANTI A TAMBURO ROTANTE

Queste stampanti sono costituite da un tamburo rotante che porta impressi in rilievo i caratteri in codice a barre e in chiaro. Un martelletto viene azionato in sincronia con il carattere da imprimere. Tra il martelletto e il tamburo rotante viene fatto passare un nastro carbografico a trasferimento di



inchiostro ed un nastro di carta portante etichette autoadesive od un nastro di cartoncino. L'azionamento del martelletto fa sì che il cliché del carattere corrispondente faccia trasferire per impatto l'inchiostro dal nastro carbografico al supporto.

Questo metodo di stampa è adatto per l'emissione di un elevatissimo numero di etichette, circa 10.000/ora, con un'ottima qualità di stampa. Gli unici inconvenienti sono che l'inchiostro può essere asportato abbastanza facilmente, e che il costo delle apparecchiature di stampa è molto elevato

#### 2.4. STAMPANTI TERMICHE E LASER

Le stampanti termiche che si impiegano sono generalmente dedicate alla stampa dei codici a barre, per cui la stampa non avviene su un foglio di carta ma su un nastro autoadesivo o porta-etichette che una taglierina provvede a tagliare automaticamente. Il formato dei nastri è un rotolo.

Le stampanti laser impiegate sono di uso generale come le stampanti ad aghi. La stampa che si ottiene è di buona qualità, l'inchiostro è aderente, scarsi i difetti dimensionali; con la stampa termica vi è la possibilità del deterioramento della parte impressionata con conseguente impossibilità di lettura, se esposta a fonte di calore. Il costo è medio per le stampanti termiche dedicate, alto per le laser se impiegate solo per la stampa dei codici a barre.

### 3. DIFETTI NELLA STAMPA DEI CODICI A BARRE

La stampa dei codici a barre è diversa dalla stampa usuale di figure, immagini o caratteri in quanto la stessa è soggetta a lettura ottica ad opera di un sensore. Nelle stampanti ad aghi bisogna fare molta più attenzione che nella generazione dei film per la stampa tipografica. Questo perché l'effetto fotografico tende ad allargare lo spazio e a ridurre il nero, mentre con le stampanti ad aghi si ha l'effetto contrario se si passa da una stampante ad aghi sottili ad una con aghi più grossi o viceversa.

Facciamo ora un elenco dettagliato delle imperfezioni principali, riscontrabili nella stampa dei codici a barre:

- a) Troppo inchiostro sul cliché di stampa tipografica: sbavature, barre rese troppo grosse a scapito degli spazi, resi sottili.
- b) Troppa pressione sul cliché tipografico.
- c) Nastro di trasferimento deteriorato o invecchiato, in stampanti a cilindro rotante.
- d) Supporto di stampa, carta o cartoncino, deteriorato con conseguente mancata aderenza dello inchiostro, che si stacca.
- e) Scarsa inchiostatura del cliché, nastri di stampa vecchi o esauriti, in stampanti a matrice d'aghi.
- f) Inchiostro troppo *grasso* che ha difficoltà ad asciugarsi, oppure supporto che non assorbe a sufficienza.

#### 4. IL BADGE A CODIFICA OTTICA

Un badge, o tessera, serve generalmente per l'identificazione automatica di persone e la gestione degli accessi e/o ingressi ad aree riservate o meno. Un badge con codifica in codice a barre, è meno costoso del corrispondente magnetico, ed è sicuramente insostituibile in condizioni gravose di esercizio, quali campi elettrici o magnetici, polvere e particolarmente in condizioni polverose abrasive.

Il codice a barre viene generalmente stampato con stampanti collegate ad un computer su un supporto di cartoncino leggero. Si può anche applicare una foto del titolare della tessera.

Per evitare le contraffazioni si ricorre, in fase di costruzione, alla applicazione sul codice di un nastro adesivo nero, trasparente a raggi infrarossi. Per la lettura si usano normalmente lettori di badge all'infrarosso.

#### 5. LA LETTURA DEI CODICI A BARRE

Il principio usato per la lettura dei codici a barre si basa sulla rilevazione, da parte di un sensore ottico, della luce riflessa da una superficie illuminata. Il sensore emette un segnale elettrico proporzionale alla luce riflessa dalla superficie esaminata. Facendo scorrere il sensore lungo il codice a barre, si ottiene un segnale elettrico analogico, di ampiezza proporzionale agli spazi ed alle barre incontrate. Il segnale viene squadrato ottenendone una forma d'onda quadra che è l'interpretazione in segnale 1-0 del codice scansionato: 1 per il bianco, 0 per il nero e viceversa se il segnale è invertito.

Sensore ed elettronica sono racchiusi in un involucro ed il tutto viene chiamato *lettore ottico*. E' compito ora del decodificatore la corretta identificazione, decodifica ed interpretazione dei segnali ricevuti dal lettore ottico. Esistono tre sistemi per illuminare e leggere con il sensore le informazioni del codice a barre.

Il primo sistema illumina un'area *grande* e legge la luce riflessa da un punto *spot* (diametro dell'area di lettura) del diametro da 1 a 3 decimi di mm. a seconda del sensore.

Il secondo illumina un punto di diametro variabile da 1/10 a 3/10 di mm., concentrando la luce di led o lampade con lenti oppure con un laser e la lettura della luce riflessa avviene su una superficie più ampia. Il primo sistema è più efficace ed è usato nelle penne dei lettori che leggono a breve distanza dal supporto del codice a barre. Il secondo è più usato nei sistemi che leggono a distanza dal supporto. Il terzo sistema combina i primi due focalizzando l'illuminazione e la *visione* del sensore. Il lettore in questo caso legge il codice a distanza fissa in quanto il sistema illuminatore/sensore è focalizzato.

Il lettore deve avere una risoluzione uguale o minore alla più piccola barra/spazio da leggere. Diversamente il segnale risultante viene modulato dall'interferenza delle barre o spazi adiacenti a quelli che si stanno leggen-



do. La risoluzione del lettore, adeguata a quella del codice, consente di risolvere i problemi legati alla scarsa qualità dei codici che vengono solitamente stampati in media/bassa risoluzione e qualità di stampa sufficiente.

I lettori ottici vengono costruiti per i più svariati impieghi; ve ne sono diversi tipi e modelli per adattarli alle diverse caratteristiche di impiego. Sono raggruppabili in una serie di tipi: lettori a penna e di badge, lettori CCD, lettori laser fissi e portatili.

### 5.1. LETTORI A PENNA

Il lettore a penna è generalmente costituito da uno o più led ad alta emissione per illuminare l'area di lettura e da un sistema ottico per portare su un sensore la luce riflessa della superficie di lettura. E' costituito, inoltre, da un circuito elettronico di amplificazione e squadratura del segnale che viene portato all'uscita in forma digitale e/o analogica. Il tutto è racchiuso in un contenitore di metallo o plastica. Dal fondo della penna fuoriesce un cappuccio di protezione che porta nella punta un cristallo di rubino o quarzo per sopportare, senza consumarsi, l'abrasione dello sfregamento della superficie.

I lettori vengono generalmente costruiti con tre tipi di risoluzione:

- a) alta, con diametro spot di 0.15 mm.;
- b) media, con diametro spot di 0.25 mm.;
- c) bassa, con diametro spot di 0.38 mm..

### 5.2. LETTORI DI BADGE

Sono costruiti come i lettori a penna ma sono diversi nel formato e nell'uso. Generalmente il loro involucro è un parallelepipedo con una scanalatura longitudinale nella quale viene fatta scorrere la parte del badge che contiene l'informazione, cioè il codice a barre. Sono, nell'aspetto esteriore, molto simili agli analoghi lettori per carte magnetiche.

### 5.3. LETTORI CCD

Questi lettori sono formati da un illuminatore costituito da una lampada a scarica flash. L'emissione molto intensa di luce consente di farne ricevere una quantità riflessa tale da poter essere rilevata dal sensore a matrice di punti lineare.

Il risultato del segnale elettrico nel suo insieme viene memorizzato e scandito per effettuare direttamente la decodifica, oppure viene spedito al decodificatore. Consente di leggere un codice senza operare il movimento di scansione.

### 5.4. LETTORI LASER

I lettori laser, impiegati particolarmente per letture a distanza del codice grazie all'intensità dello spot e coerenza del raggio, sono costituiti da un emettitore laser, da un sistema ottico, da un tamburo prismatico, da due specchi riflettenti e da un sensore ottico fotomoltiplicatore.

## 6. ORGANIZZAZIONE DI UN POINT OF SALE

E' opportuno fare una distinzione in base ai livelli di distribuzione.

### 6.1. PRIMO LIVELLO: PRODUTTORE

Una volta superato il problema dell'unificazione dei codici, visto che in Europa il codice in uso è quello EAN dal 1977, il compito del produttore è quello di stampare sul proprio prodotto un bar-code che lo definisca e lo cataloghi; per cui l'unica attenzione del produttore è quella di fornirsi di macchine che permettano la stampa e l'archiviazione dei prodotti mediante bar-code.

### 6.2. SECONDO LIVELLO: GROSSISTA - RIVENDITORE

Questo livello potrebbe essere suddiviso ancora in due sottolivelli: il primo riguarda il grossista puro. Egli infatti deve scegliere i prodotti, ad ognuno dei quali corrisponde una etichetta (bar-code) ed immagazzinare i dati di ciascun prodotto in un elaboratore. Nel caso in cui il grossista è anche venditore al minuto o nel caso del singolo rivenditore (parliamo del secondo sottolivello), si presentano altri problemi. Essi infatti devono installare un sistema per la vendita al minuto, ossia una cassa dotata di un adeguato scanner (fisso o mobile).

Per ulteriori dati sull'organizzazione di un point of sale ci si riferisce ad una indagine svolta presso un supermercato di media grandezza, collegato ad una catena che da diverso tempo fa uso degli scanner presso le casse.

L'installazione del sistema non presenta alcun problema. Esso è formato da cinque casse terminali (a scanner fissi), di cui una è un vero e proprio terminale con tastiera e monitor che permette di effettuare qualsiasi operazione sul programma di gestione. Tali operazioni richiedono lo spegnimento delle altre casse. Le cinque casse sono collegate con una memoria centrale doppia, in modo che in caso di un eventuale *black-out* di una, entri immediatamente in funzione l'altra.

Il primo vero problema affrontato è stato quello del costo, abbastanza elevato. Infatti per adeguare il supermercato alla lettura mediante scanner, è stata effettuata una spesa di circa 50 milioni di lire. Nonostante ciò, questa soluzione è stata preferita alle altre, in quanto ha permesso di avere uno snellimento del lavoro precedentemente manuale. Infatti esso comporta un recupero di circa 25 milioni di lire l'anno, che permette di ammortizzare la spesa in due anni ed evita l'occupazione, nel supermercato, di almeno un dipendente.

Grazie al collegamento alla catena, non si ha il problema del caricamento del magazzino nella memoria centrale, poiché tale operazione viene svolta immediatamente tramite la copia del magazzino del fornitore che viene di volta in volta aggiornata.

Per quanto riguarda il rinfoltimento delle scorte di magazzino non si utilizzano i suggerimenti della memoria centrale; gli ordini vengono effettuati mediante dei pseudo-inventari, anche se nel frattempo si cerca di perfeziona-



re un programma per la riordinazione automatica dei prodotti venduti, completamente gestito dalla memoria centrale collegate tramite fax con il fornitore.

Con l'acquisto di una altra macchina, che permette di codificare i prodotti freschi venduti a peso come carne, ortaggi, frutta, ecc., si è risolto anche il problema delle casse *intermedie* presso i banchi di confezionamento. Tale macchina, infatti, produce una targhetta adesiva leggibile dagli scanner delle casse.

I vantaggi ottenuti dall'installazione del sistema, sono stati numerosi, sia per il cliente, che per il supermercato. Basti pensare allo snellimento delle file alle casse, alla improbabilità di errori da parte dei commessi, all'eliminazione di un processo lungo e noioso quale quello della prezzatura di ogni singolo prodotto.

## 7. CONCLUSIONI

L'adozione delle tecniche di codifica a barre, indipendentemente dal Paese nel quale si vuole esaminare il fenomeno, ha portato, come abbiamo visto, ad una serie di vantaggi che, proprio perché derivano dall'esperienza fatta sul campo, sono innegabili.

Numerosi comunque sono i problemi legati alla loro applicazione ed al loro sviluppo, dovuti non solo alla cattiva informazione da parte dell'utenza, ma anche a causa del loro ritardato impiego, derivato soprattutto dalla vigente normativa adottata nei registratori di cassa e fiscali. Infatti il D.M. n. 343655 del 1983 ha imposto il controllo del fatturato delle imprese di distribuzione, soprattutto dei piccoli negozi, spiazzando così tutti i produttori di registratori di cassa esteri; questi ultimi erano perfettamente aggiornati sulle tecnologie del trattamento del codice a barre ma, purtroppo, non rispondevano ai requisiti richiesti per la commercializzazione nel nostro paese.

Comunque tali imposizioni non rappresentano, attualmente, un grave problema per quel che riguarda i grandi produttori, quali Olivetti, NCR, IBM, in quanto sono convinti che presto otterranno l'omologazione di terminali evoluti e contemporaneamente ubbidienti alle direttive fiscali.

A testimonianza di quanto detto, oggi siamo di fronte ad un processo di trasformazione enorme che porterà un rovesciamento dei ruoli ad opera del mercato; invece di avere un sistema avente come base la clientela, al centro gli operatori della distribuzione ed al vertice le aziende di produzione, vedremo i clienti prendere la posizione superiore, invertendo il ruolo con quello dei produttori. In questo modo la diffusione dei codici a barre crescerà vertiginosamente verso un sistema più frenetico in relazione all'evoluto ed elevato livello di codificazione di tutti i prodotti; fra molti anni masse di aziende e operatori saranno sicuramente entrati nella famiglia degli utenti dei codici a barre.

## BIBLIOGRAFIA

1. ANGELERI, *Trasmissione dati*, Editoriale Delfino. 1972.
2. M.G. BARTOLINI BUSSI, *I codici a barre*, *Le Scienze*, n.3, 1984, 71-86.
3. L. BERARDI e A. BEUTELSPACHER, *I buoni angeli custodi*, *Archimede*, n. 2/3, 1989, 129-140.
4. L. BERARDI e F. EUGENI, *Smart cards and authentication schemes*, V° Meeting Euroworking Group on Financial Modelling, Acireale (CT), 1989, *Rend. di Mat.*.
5. A. BEUTELSPACHER, *La scuola elementare della teoria dei codici*, *Quad. n.1, Suppl. didatt. Sem. Gcom. Comb. L'Aquila*. 1985.
6. E CASUCCI, *Lo stato dell'arte e le prospettive del bar-code e dello scanning*, *Largo consumo*, n. 7-8, 1988, 160-173.
7. U. ECO, *Codice*, *Enciclopedia Einaudi*. vol.3. 1978.
8. M.L. ERNST, *La meccanizzazione del commercio*. "Le Scienze", n.171, 1982, 89-106.
9. T.J. FLETCHER, *La matematica per la scuola dei nostri giorni*, *La Nuova Italia*, 1977 (1964).
10. E. GOWES, *Bar codes*, *SMP News*. n.19, 1983.
11. ITALIANI e SERAZZI, *Elementi di informatica*. Etas. 1973.
12. R. LARICCIA, *Le radici dell'informatica*. Sansoni. 1981.
13. G. LONGO, *Introduzione alla teoria dei codici algebrici*, *Archimede*, 1982, 99-107.
14. G.LONGONI, *L'Italia a barre*, *Zerouno*. n.29. 1984. 42-53.
15. SINGH, *Teoria dell'informazione, linguaggio e cibernetica*, *Mondadori*, 1969.
16. A. ZANA, *Leggendo fra le righe*, *Minisistemi*. n.7-8. 1989, 14-23 e n.9, 1989, 20-34.