

# IDENTIFICAREA AUTOMATĂ PRIN CODURI CU BARE UTILIZATE ÎN SISTEMELE INTEGRATE DE FABRICAȚIE

Fiecare tip de cod are o diagramă proprie de atribuire a caracterelor și fiecare simbol constă din minimum cinci părți obligatorii: zona liberă, caracterul de start, caracterele de date, caracterul de stop și zona liberă (Fig. 1). Unele coduri pot avea și o a șasea parte, caracterul de control, care apare după caracterele de date, înaintea caracterului de stop.

prelucrare de ing. Doina Buta

Institutul de Cercetari în Informatică

## Rezumat

Codurile cu bare reprezintă în prezent una din cele mai răspândite metode de identificare, datorită avantajelor pe care le oferă.

În articol se prezintă tipurile de coduri cu bare, structura lor și domeniile de utilizare.

De asemenea, se prezintă tehnologia de realizare și considerații de alegere a sistemului de identificare.

## Cuvinte cheie:

Coduri cu bare, simbol, caracter, densitate, scanner, identificare, autodiscriminare, standarde, specificații, structuri, tipologie, tehnologie, imprimare.

## 1. Introducere

Pentru ca un sistem integrat de fabricație să fie eficient, el trebuie să dispună de un instrument performant de colectare a datelor.

În acest scop, identificarea automată, bazată pe folosirea codurilor cu bare este larg utilizată în prezent și răspunde majorității problemelor puse de utilizatori, dezvoltându-se continuu și devenind o adevărată industrie.

Codurile cu bare sînt formate dintr-o serie de bare și spații late și înguste, care sînt explorate cu un scanner și decodificate de calculator, iar datele sînt păstrate pentru a furniza informații ce vor fi prelucrate ulterior. Scanner-urile sînt capabile să recunoască o varietate de simboluri și, printr-un proces de autodiscriminare, să interpreteze aceste coduri și simboluri.

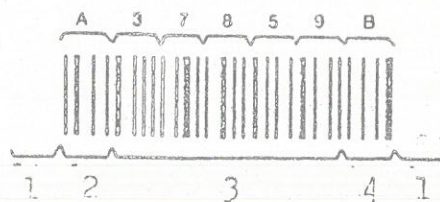
În cele ce urmează se prezintă sintetic modul de utilizare a codurilor cu bare, informațiile expuse fiind la nivelul anului 1990.

## 2. Codificarea

Codurile cu bare folosesc simboluri pentru a exprima informații.

Fiecare tip de cod cu bare are anumite caracteristici, care îl fac diferit de toate celelalte; în același timp există și caracteristici comune tuturor codurilor.

Toate tipurile de coduri folosesc o succesiune de bare și spații (module), pentru a reprezenta caractere.



- 1 - Zona liberă
- 2 - Caracter de start
- 3 - Caractere de date
- 4 - Caracter de stop

Fig. 1 Părțile componente ale unui simbol

Caracterele de start și de stop servesc la:

- identificarea în mod unic a codului, pentru fiecare cod existînd un aranjament diferit al caracterelor de start și de stop; aceasta permite scanner-ului să citească mai multe coduri diferite (autodiscriminare);
- identificarea de către scanner a modului în care trebuie citit codul: de la dreapta la stînga sau de la stînga la dreapta, pentru ca datele înmagazinate și apoi afișate sau transmise să fie corecte;
- identificarea de către scanner a momentului în care trebuie să înceapă citirea simbolului și a celui în care trebuie să se oprească din căutarea de date adiționale, după ce toate barele de date au fost baleiate; există, de asemenea, o zonă curată la fiecare capăt al simbolului, care permite scanner-ului să se pregătească pentru citirea simbolului următor.

Codurile cu bare pot fi continue sau discrete, în funcție de modul în care un simbol este asamblat sau măsurat. La un cod continuu, lățimea totală a barelor late și înguste, care alcătuiesc fiecare caracter este măsurată de la începutul unui caracter pînă la începutul caracterului următor. Spațiul dintre sfîrșitul unui caracter și începutul celui următor este semnificativ. Fiecare caracter este dependent de caracterele adiacente.

Codul discret este independent de caracter. Lățimea spațiului între caractere nu are nici o influență asupra simbolului sau caracterelor adiacente. Codurile discrete sînt, în mod obișnuit, mai ușor de imprimat și explorați.

Se recomandă evitarea greșelii care se face în practică datorită tendinței de a pune cît mai multe date într-un simbol. Un simbol prea lung este greu de imprimat și de explorat și ocupă prea mult spațiu, mai ales cînd produsul este de dimensiuni mici.



Folosirea identificării automate pe baza codurilor cu bare micșorează foarte mult posibilitatea apariției erorilor. Experiența a arătat că la datele scrise cu mâna se înregistrează în medie o eroare la 300 de biți de informație, în timp ce un cod cu bare bun poate da o eroare la 3 milioane de biți.

Pentru a crește mai mult precizia datelor, se poate folosi cifra de control. Unele coduri sînt destul de sigure pentru a nu fi nevoie de cifra de control decît în anumite cazuri, datorate unor măsuri speciale de securitate, cum ar fi cele pentru controlul medicamentelor (mai ales narcotice, stupefiante). Alte coduri solicită cifra de control în permanență.

Un alt factor care trebuie avut în vedere la proiectarea simbolului este densitatea, care se referă la numărul de caractere de date ce poate fi amplasat pe o suprafață dată. Densitatea poate fi mare, medie sau mică, cu cîteva variante în interiorul fiecărei categorii (Fig. 2).

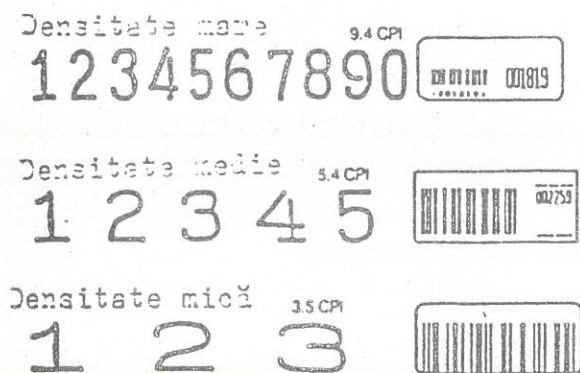


Fig. 2 Exemple de coduri de densități diferite

Densitatea este importantă din două motive:

- determină tipul de scanner care va fi folosit, diametrul spotului de explorare al scanner-ului și mărimea simbolului;
- determină mărimea etichetei necesare sau mărimea spațiului necesar pentru imprimarea simbolului pe produs.

### 3. Standarde și specificații

Pentru a beneficia de avantajele identificării automate, este recomandabil să se lucreze cu standarde și specificații recunoscute.

Pentru ca un standard să poată fi aplicat, el trebuie să se bazeze pe trei tipuri de specificații:

- specificația tehnică, în care sînt descrise elementele de cod, cum ar fi lățimea și înălțimea barelor, raportul dintre barele late și înguste etc., necesare pentru fabricarea de imprimatoare și scannere; această specificație este necesară producătorilor de echipamente, nu și utilizatorilor;

- specificația industrială, care descrie mărimea simbolului, formatul, locul unde se amplasează simbolul pe produs, datele care trebuie codificate și explorate; este folosită de fabricanți, distribuitorii și utilizatorii dintr-un anumit domeniu (industrie), care utilizează toți acele simboluri;
- specificația de aplicații, care se adresează direct utilizatorului codului; el decide cum să tipărească eticheta și să o aplice pe produs, în ce punct o explorează și ce va face cu informațiile preluate.

Literatura de specialitate analizează trei tipuri de standarde, care sînt mai utilizate:

- standardele industriale, alcătuite de grupuri reprezentanți ai unui domeniu industrial, care lucrează în beneficiul tuturor; de exemplu standardul UPC, (elaborat în primul rînd pentru industria de bunuri de consum, dar utilizat ulterior și în alte domenii), standardul UPC (elaborat pentru containere de vapor, folosit și în industria cărnii), standardul Cod 39 (folosit în industria de medicamente). Toate aceste standarde permit fabricantului, distribuitorului și utilizatorului să folosească același simbol. Fiecare grup preia un standard cunoscut și adaptează propriilor nevoi;
- standardele clienților, care solicită fabricantului să-și codifice într-un anumit fel produsul, înainte de a-l expedia clientului; un exemplu îl constituie standardul pentru grupul de acțiune din industria de automobile (A.I.A.G.), care trebuie utilizat dacă un furnizor expediază produse acestei industrii și care se bazează pe specificațiile tehnice ale Codului 39 și pe aplicațiile din industria de automobile;
- standardul intern, propriu utilizatorului, folosit pentru urmărirea producției, alegerea comenzilor, lansarea lucrărilor, sau alte aplicații specializate; dacă este posibil, se recomandă adaptarea unui standard industrial pentru un utilizator intern.

### 4. Tipuri de coduri

În prezent, în lume sînt utilizate în jur de 50 tipuri diferite de coduri, fiecare fiind elaborat pentru ne specifică unor domenii industriale sau anumite activități. În continuare vor fi descrise cîteva dintre cele mai utilizate coduri. Toate folosesc bare late și înguste, dar lățimea barelor, dispunerea spațiilor, a caracterelor de start și de stop sînt diferite pentru fiecare.

Simbolurile din codurile cu bare variază de la bare cu înălțimea de 0,062 inch și lățimea de 0,005 inch (aproximativ 0,157 cm și 0,013 cm), aplicate la marginea unei plăci cu circuite imprimate, pînă la o serie de bare cu lățimea de 0,5 inch (1,27 cm) sau 1



nult, pe o suprafață de 0,37 mp, pe vagoanele de marfă. În simbol trebuie să îndeplinească funcția pentru care a fost destinat: să identifice în mod unic un produs și să asigure datele necesare prelucrării.

### Codul pentru produse universale - UPC (Universal Product Code).

Acest cod a fost adoptat de industria produselor de consum (inițial pentru produse de băcănie) în 1973. Este simbolul care poate fi văzut acum pe produsele de băcănie, dar și pe reviste, medicamente care se vând fără rețetă etc. UPC (Fig. 3) este format din 12 caractere.

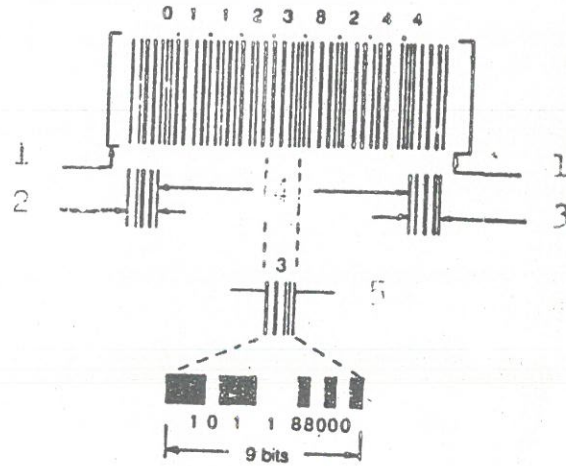


Fig. 3 Simbol UPC

Primul caracter din stânga reprezintă tipul de produs pe care îl identifică simbolul (0- produs de băcănie, 3- articol farmaceutic, 5-cupoane etc.). Urmează 5 caractere atribuite de Uniform Code Council pentru identificarea fabricantului de produs și 5 caractere atribuite de fabricant pentru a identifica fiecare din produsele sale. Ultima cifră din dreapta reprezintă cifra de control. Schema tipică de calcul a cifrei de control pentru codul UPC este "modulo 10". În centrul simbolului se află două bare înguste mai lungi, care separă codul fabricantului de codul produsului. UPC a fost proiectat pentru industria cu amănuntul și este rareori folosit în aplicații industriale, deoarece nu este un cod versatil.

### Codul 39

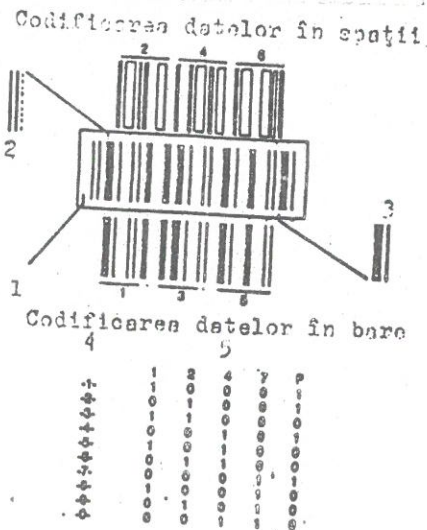
Considerat cel mai popular cod industrial din lume, Codul 39 (fig. 4) este susținut de mai multe standarde, software-uri, imprimatoare și scannere decât oricare alt cod. Poate fi folosit numai pentru numere, numai pentru litere sau pentru orice combinație alfanumerică, plus 6 caractere de punctuație și un spațiu, codificând întregul set ASCII de 128 caractere. Codul 39 este un cod discret și autocontrolabil. Este foarte sigur și nu necesită cifră de control decât în cazuri speciale, când se folosește o schemă de calcul a cifrei de control "modulo 43". Codul 39 poate avea orice lungime, orice densitate și orice precizie de un caracter eronat la câteva milioane de caractere.



- 1 - Zonă liberă
  - 2 - Start
  - 3 - Stop
  - 4 - Date
  - 5 - Caractere tipice pentru date
- Fig. 4 Exemplu de Cod 39

### Codul 2 din 5 interclasat - 12/5 - (Interleaved 2/5)

12/5 este unic prin faptul că și barele și spațiile conțin date. Este numit 2 din 5, deoarece fiecare caracter conține 5 module, din care 2 sînt late (Fig. 5). 12/5 este larg utilizat în magazine și activități de distribuție. A fost elaborat pentru a satisface necesitatea unui cod cu densitate mică, care să nu ocupe prea mult spațiu.

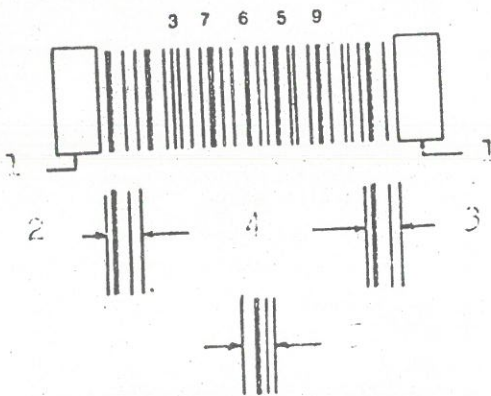


- 1 - Zonă liberă
  - 2 - Start
  - 3 - Stop
  - 4 - Caracter de date
  - 5 - Ponderele pozițiilor pentru bare și spații
- Fig. 5 Exemplu de Cod 12/5



## Codabar

Codabar (Fig. 6) a fost elaborat pentru aplicațiile din industria cu amănuntul, dar nu a fost niciodată larg acceptat. El are 17 lățimi diferite de bare, care îl fac greu de imprimat. Ulterior a fost modificat la 4 lățimi diferite. Codabar a fost primul cod a cărei precizie a fost dovedită ca superioară, potrivit testelor pe calculator.

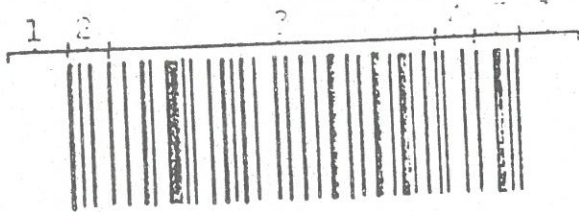


- 1 - Zonă liberă
- 2 - Start
- 3 - Stop
- 4 - Date
- 5 - Caractere tipice pentru date

Fig. 6 Exemple de Codabar

## Codul 128

Codul 128 (Fig. 7) poate codifica întregul set ASCII. Când este folosit numai pentru numere, codul 128 are o densitate de peste 24 caractere/inch. Datorită faptului că are 3 lățimi de bare, față de 2 la celelalte coduri, imprimarea este mai dificilă și este mai puțin susținută de industria de imprimatoare/scanner.



Cod. 128

- 1 - Zonă liberă
- 2 - Start
- 3 - Date
- 4 - Cifra de control
- 5 - Stop

Fig. 7 Structura Codului 128

## Codul 49

Codurile în stivă intră în categoria codurilor cu densitatea cea mai mare. Codul 49 (Fig. 8) poate să conțină 2 până la 8 rânduri de date și poate codifica întregul set ASCII de 128 caractere. La sfârșitul fiecărui rând apare o cifră de control.

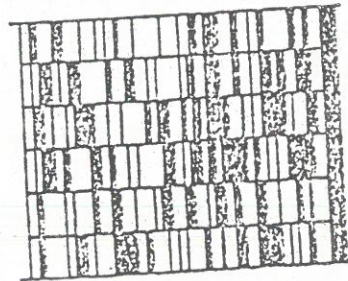


Fig. 8 Exemplu de Cod 49

## Codul 16K.

Este un alt cod în stivă, care necesită numai un procesor de 8 biți pentru fiecare codificare. Simbolul constă din 2 până la 16 rânduri, fiecare rând cu câte 5 caractere interne. Rândurile pot fi explorate în orice ordine și sînt asamblate automat de dispozitivul de decodificare al scanner-ului. Are aplicații în special în industria electronică și cea farmaceutică.

În alegerea unui cod trebuie să se țină seama și să se respecte standardele existente și toate regulile care generează industria de identificare automată. Simbolul ales va influența tipul de scanner folosit sau invers, tipul de scanner va determina lățimea barelor, densitatea codului și mărimea etichetei.

## 5. Imprimarea simbolului codului cu bare

După ce a fost ales tipul de cod ce urmează a fi folosit, trebuie luată o decizie în ceea ce privește etichetele. Acestea se pot cumpăra de la o sursă externă sau se pot tipări local. Este necesar să fie luate în considerare tipul datelor ce urmează a fi explorate, mediul, constrîngerile de timp, nevoile clienților și standardele industriale.

Simbolurile pentru codurile UPC (cele mai frecvente) sînt imprimate odată cu grafica ambalajului pe prese flexografice de mare viteză.

Folosirea simbolurilor codurilor cu bare în industrie necesită metode de imprimare mai specializate. Aceasta deoarece, în timp ce simbolurile UPC identifică numai datele fixe despre fabricant și produs, simbolurile industriale trebuie să identifice și informațiile aleatorii, cum ar fi numerele de lot, greutatea, operatorul, schimbul, data calendaristică. În continuare vor fi prezentate câteva dintre cele mai utilizate metode de imprimare a etichetelor.



**Cerneala umedă:** această metodă folosește o placă de primare din cauciuc sau plastic pentru fiecare legendă. Calitatea imprimării depinde de presiunea de primare, grosimea peliculei de cerneală și cozitatea ei. Este un sistem greoi, folosit mai rar.

**Impilarea la cald:** folosește o panglică uscată, cu o osime predeterminată a cernelii. Aceasta elimină oblema cernelii umede, dar este necesară o placă parată din metal pentru fiecare legendă. Deoarece aceste plăci sînt gravate de pe clișee fotografice, ele sînt arte precise. Calitatea este foarte bună, explorarea se face cu mare precizie, dar costul este mai mare decît la celelalte metode.

Cele două metode sînt considerate metodele clasice de imprimare a simbolurilor. Odată cu introducerea microprocesoarelor, au fost elaborate tehnici noi, de care au beneficiat și echipamentele de imprimare industrială. Există cîteva astfel de sisteme moderne, foarte eficiente, din care beneficiarii pot alege.

**Impimarea electrostatică:** se folosește un tambur de transfer dielectric și o hîrtie cu un strat special. Modelele imaginilor electrice sînt încărcate pe hîrtie sau pe tambur. Particulăle de cerneală uscată (toner) sînt atrase de suprafața încărcată și apoi fixate permanent, prin presarea roletelor sau la cald. În memoria imprimatorului sînt programate cîteva forme de etichete; datele variabile pentru fiecare simbol al etichetei sînt alese de operator și sînt introduse împreună cu formatul ei, în calculatorul gazdă. Aceste imprimatoare sînt foarte rapide (400-800 inch/minut), dar sînt și foarte scumpe (cca. 50.000 \$).

**Impimarea cu matriță din puncte:** acest sistem produce o serie de puncte într-un desen pentru a forma caracterele sau barele. La unele imprimatoare capul este fix și topul de etichete se mișcă, la altele capul se mișcă și topul este fix. Capul de imprimare obișnuit constă dintr-un număr de ace aranjate pe linii pentru a forma matrițele 5/7 sau 7/9. Un microprocesor comandă mișcarea acelor într-o secvență corectă pentru a forma caracterele. Unitatea de bază a imprimării este punctul. Viteza variază în funcție de suprafața imprimată. Dimensiunile punctului împiedică imprimarea de coduri de densitate mare. Dimensiunile etichetei sînt limitate numai de dimensiunile foii de hîrtie, care poate trece prin mașină. (Prețul variază de la 5.000 la 20.000 \$).

**Impimatoarele cu impact pentru caractere reformate:** aceste imprimatoare au un mod de lucru foarte apropiat de cel al mașinilor de scris. Barele și caracterele sînt gravate în negativ pe un tambur care se rotește. Stocul de etichete din hîrtie, vinilin sau poliester și o panglică cu indigo uscat trec printre tambur și un ciocan acționat de un electromagnet. Ciocanul apasă hîrtia și panglica pe tambur și astfel imaginea este transferată pe etichetă. Fiecare lovitură a ciocanului formează un caracter complet sau o bară. Ciocanul este comandat de un microprocesor care primește datele de intrare de la o claviatură sau un calculator. Formatul etichetelor este limitat la ce se

poate grava pe tambur, astfel că aceste imprimatoare sînt dedicate unei singure aplicații. Calitatea înregistrării este foarte bună. În funcție de cantitatea de date se pot tipări 40-100 etichete/minut. (Prețurile variază de la 9.000 la 19.000 \$).

**Impimarea termică:** imprimatoarele termice folosesc un cap de imprimare încălzit și o hîrtie specială, activată la cald. Capul de imprimare constă din "puncte" pătrate, așezate într-o matriță 5/7 pînă la 16/20, care sînt selectiv încălzite și răcite sub controlul unui microprocesor. Punctul încălzit produce reacții chimice în hîrtia care devine cafenie sau neagră, creînd imaginea codului. Datele sînt introduse de la claviatură sau prin calculator. Producția este de 10-45 etichete/minut și se pot tipări etichete în 3 culori. (Costul este de 2.000 la 20.000 \$).

**Impimarea prin transfer termic** utilizează o panglică de imprimare cu folosință unică și o varietate de stocuri de hîrtie. "Punctele" încălzite provoacă eliberarea culorii din panglică și aderarea ei la etichetă. Impimarea este de calitate mai bună decît la cea termică. (Prețurile variază de la 10.000 la 20.000 \$).

**Impimarea cu jet de cerneală** este rapidă, putîndu-se imprima pînă la 2000 coduri zecimale/minut, folosind un format de matriță în puncte de 5/7. Se folosesc jeturi de cerneală colorată, care se împrăștie însă în stocurile de fibre sau hîrtie, provocînd variații de mărime și formă ale punctelor, în funcție de stratul de bază, densitatea punctului și cantitatea de cerneală. Se folosește numai în cazul simbolurilor cu densitate scăzută. Controlul punctelor nu este precis; lățimea și forma liniilor pot varia. Cercetări recente au dus la folosirea unor imprimatoare cu cerneală fierbinte, care se usucă instantaneu la contact și elimină împrăștierea cernelii. (Prețul variază între 10.000 și 40.000 \$).

**Impimarea cu laser:** în prezent, se folosesc 2 sisteme de imprimare cu laser. Unul necesită un laser de putere mare, care gravează codul de imprimat pe suprafața respectivă. Celălalt sistem, cel mai utilizat în industria de imprimare, folosește un laser de mică putere, care arde învelișul de deasupra, permițînd apariția stratului de bază. Viteza de imprimare este mare, dar suprafața este mică. Laserul este cel mai bine folosit în aplicarea codurilor de date sau imprimarea pe suprafețe foarte mici, cum sînt componentele electronice. (Prețul variază de la 5.000 la 25.000 \$).

Dacă în cadrul aplicațiilor nu apar informații aleatorii și dacă se știe din timp ce etichete sînt necesare, este mai practic ca acestea să se cumpere de la un producător extern specializat, decît să se lanseze un sistem de imprimare intern. Etichetele sînt realizate de firme specializate prin una din următoarele metode:

- **compoziția foto** poate produce orice densitate cerută; deși sînt făcute cu ajutorul calculatorului și fotoproces, fiecare etichetă este în realitate o fotografie și este eticheta cu cea mai mare calitate care se poate obține;
- **etichetele flexografice** sînt cele mai utilizate și sînt produse cu prese de viteză mare, folosind



cerneala umedă, iar plăcile de tipărire sînt produse fotografic; calitatea este medie și depinde de îndemînarea și atenția operatorului;

- **litografia** este un procedeu offset, care folosește o placă de metal și un "blanket"; calitatea este aceeași ca la flexografie.

În alegerea procedurii de tipărire a etichetelor trebuie luat în considerare faptul că fiecare din sistemele descrise anterior are propriile lui trăsături, avantaje și beneficii, care se pot clasifica în patru domenii:

- volumul: ne arată cîte etichete sînt necesare pe minut, schimb, zi, produs, cîte linii de caracter sau documente sînt cerute;
- flexibilitatea: reflectă capacitatea imprimatorului de a produce formatul necesar, cerut de specificație;
- rezoluția: calitatea imprimării și densitatea codului trebuie să satisfacă cerințele standard;
- costul: pentru etichetele pe care le vom folosi, trebuie ales sistemul cel mai eficient din punct de vedere al costului.

## 6. Aplicarea etichetelor pe produs

După alegerea sistemului de tipărire a etichetelor, mai există trei lucruri care trebuie luate în considerare: stocul de etichete, adezivul și modul de aplicare a etichetelor pe produs.

Etichetele sînt realizate din hîrtie, dar și din vinilin, poliester, acetat și alte materiale speciale, în funcție de materialul din care este realizat produsul sau de condițiile de lucru.

Adezivele pot fi permanente, înlăturabile, activate la cald sau rezistente la temperaturi foarte scăzute.

Etichetele pot fi aplicate manual sau automat. Dacă se

folosește aplicarea manuală, trebuie să existe un set cu etichete pretipărite. Dacă explorarea se face cu un scanner cu braț fix, operatorul trebuie să plaseze etichetele exact în același loc, de fiecare dată. Pentru un scanner cu braț mobil, amplasarea nu este atît de riguroasă.

În cazul aplicării automate, există o mare varietate de posibilități. Unele iau o rolă de etichete, palpează fiecare produs, desfac o etichetă de pe suportul ei și aplică eticheta cu un jet de aer sau prin presare. Altele încorporează un imprimator simplu pentru a adăuga data calendaristică, numerele de lot sau alte date pe etichetele aplicate.

În cazul identificării automate cu ajutorul codurilor cu bare, calitatea imprimării etichetelor are rolul cel mai important. Calitatea este influențată de modul în care se răspîndește cerneala, pete, locuri goale, asperitatea marginii barelor, calitatea hîrtiei și reflecția luminii. Etichetele trebuie să fie imprimate conform specificațiilor codului.

Stadiul actual de dezvoltare a tehnologiei de imprimare oferă sisteme de la unități mici, izolate, la funcționarea complet computerizată. Prețurile sînt considerate rezonabile avînd în vedere ce poate să facă fiecare sistem și, mai ales, ce i se cere să facă.

Fără un simbol imprimat corect, întregul sistem de identificare automată este compromis.

## Bibliografie

1. NELSON, B.: *Automatic Identification: An Efficient Data Collection Tool for Manufacturing Control Systems*. In: *Factory Data Collection*, pag. 59, Helmers Publishing Corporation, Petersborough, New Hampshire, 1990.