

IMPRIMANTE

1. Scopul lucrării

Se prezintă principalele tipuri de imprimante, structura generală a unui echipament de imprimare, principiul de funcționare al imprimantelor electrofotografice și al celor cu jet de cerneală. Se urmărește scrierea unui driver pentru imprimanta SCAMP 9335 și legarea acestuia la sistem.

2. Considerații teoretice

2.1. Tipuri de imprimante

Există numeroase criterii de clasificare a imprimantelor. Dintre acestea, se amintesc următoarele:

1) După principiul de funcționare

Există două categorii importante:

- Imprimante *cu impact*;
- Imprimante *fără impact*.

La *imprimantele cu impact*, tipărirea se realizează prin intermediul unei benzi impregnate, deci există un contact mecanic între ansamblul de imprimare, banda impregnată și hârtie. Avantajul acestora este că permit realizarea mai multor copii simultan, dar au dezavantajul că sunt relativ lente și au un nivel de zgomot ridicat.

Câteva tipuri de asemenea imprimante sunt:

- Imprimante *cu caracter selectat*, la care setul de caractere este dispus pe un suport. Suportul poate fi: *tambur, lanț, bandă, un cap cilindric sau sferic, margaretă ("daisy wheel"), degetar*.
- Imprimante *matriciale*, care pot fi cu *ciocănele de tip lamelă* sau *cu ace*.

La *imprimantele fără impact*, nu există un contact direct între ansamblul de imprimare și hârtie. La unele imprimante, imaginea care va fi tipărită este formată inițial pe un suport intermediar, urmând a fi transferată pe hârtie. Avantajul acestor imprimante este viteza ridicată, calitatea ridicată a textului sau a imaginii tipărite și nivelul redus de zgomot. Dezavantajul este că nu pot produce mai multe copii simultan.

Tipuri de imprimante din această categorie sunt:

- Cu hârtie electrosensibilă;
- Termice;
- Electrostatice;
- Electrofotografice;
- Cu jet de cerneală;
- Cu microfilm.

2) După calitatea documentelor tipărite

Există trei nivele de calitate:

- Calitate redusă sau schiță (*Draft*);
- Calitate medie (*NLQ* - *Near Letter Quality*);
- Calitate înaltă (*LQ* - *Letter Quality*).

3) După viteza de imprimare

Există următoarele categorii:

- *Imprimante serie*, la care imprimarea se realizează caracter cu caracter, viteza lor fiind exprimată în caractere/s. Viteza ajunge până la câteva sute de caractere/s.
- *Imprimante de linie*, care tipăresc simultan toate caracterele dintr-o linie. Viteza se exprimă în linii/min., ajungând la câteva mii de linii/min. la cele fără impact.
- *Imprimante de pagină*, care au memorii tampon de una sau mai multe pagini. Imprimarea se realizează după pregătirea în memorie a imaginii de tipărit pentru întreaga pagină, după care hârtia avansează continuu în timpul imprimării. Viteza poate ajunge până la 50.000 linii/min.

2.2. Structura generală a unui echipament de imprimare

Principalele blocuri funcționale sunt următoarele:

1. Blocul de imprimare;
2. Sistemul de avans al hârtiei;
3. Sistemul logic de comandă;
4. Interfața.

Pe lângă aceste blocuri, mai pot exista alte subansamble specifice diferitelor tipuri de imprimante. Sistemul logic de comandă al imprimantelor complexe are în componență mai multe procesoare (Figura 7.1).

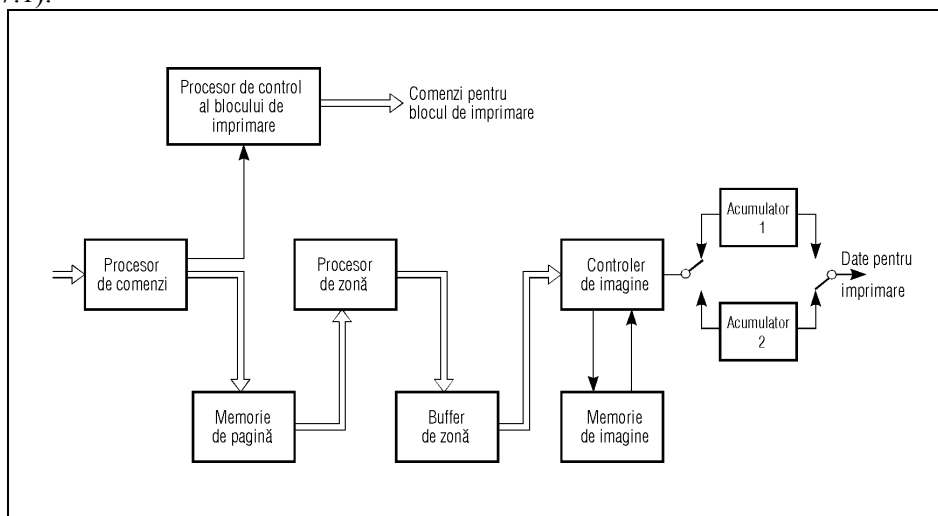


Figura 7.1. Sistemul logic de comandă al unei imprimante complexe.

Sistemele logice ale unor imprimante pot împărți o pagină fizică în mai multe *zone* sau pagini logice. Fiecare zonă poate fi mai mică sau egală cu o pagină fizică, și zonele se pot suprapune parțial, fiind posibilă realizarea unor pagini complexe. Pe lângă definirea limitelor și a poziției zonelor în pagină, se pot specifica și unele operații de prelucrare asupra zonelor (de exemplu, o rotire).

Imprimantele moderne dispun de un limbaj de comandă. *Procesorul de comenzi* controlează transferul datelor între calculator și imprimantă, interpretează comenzile, prelucrează informațiile care descriu o pagină și memorează aceste informații în *memoria de pagină*.

Procesorul de zonă efectuează modificările specificate de utilizator asupra informațiilor din memoria de pagină și le transferă în *bufferul de zonă*, iar de aici către *controlerul de imagine*. Acest

controler definește starea fiecărui punct al imaginii care va apărea pe hârtie pe baza informațiilor primite și a formatelor de caractere care sunt memorate.

Datele care sunt pregătite pentru imprimare se transferă într-unul din *acumulatoare*. Acestea sunt memorii de mare capacitate, conținând harta de biți a imaginii care se va transfera pe pagina de imprimat. Pentru creșterea vitezei, pot exista mai multe acumulatoare. În timp ce unul se utilizează pentru imprimare, al doilea (sau celelalte) pot fi încărcate cu o nouă pagină.

Un alt procesor comandă *blocul de imprimare* și sistemul de avans al hârtiei. Acest procesor interpretează comenzile referitoare la formatul de tipărire care vor determina și deplasarea hârtiei.

2.3. Imprimante cu jet de cerneală

Sunt formate din următoarele elemente principale:

- Rezervor de cerneală;
- Sistem de circulație a cernelii;
- Sistem de generare și accelerare a picăturilor de cerneală;
- Sistem de dirijare și amplasare pe hârtie a picăturilor.

Se utilizează trei tipuri de imprimante, în funcție de metoda de generare a picăturilor:

1. Cu jet continuu de picături;
2. Cu picături comandate;
3. Cu jet intermitent de picături.

Fiecare din aceste tipuri utilizează una din următoarele metode de dirijare și amplasare a picăturilor:

- Prin deflexie electrostatică;
- Prin deplasarea capului de imprimare sau a hârtiei și comanda jetului în pozițiile corespunzătoare punctelor care trebuie imprimate;
- Prin selectarea ajutorajelor capului de imprimare.

2.3.1. Imprimante cu jet continuu de picături

Capul de generare a picăturilor este alimentat continuu cu cerneală sub presiune de către o pompă. Se utilizează ajutoraje conice cu diametre de ordinul zecilor de microni, realizate de obicei din materiale ceramice rezistente la uzură (Figura 7.2).

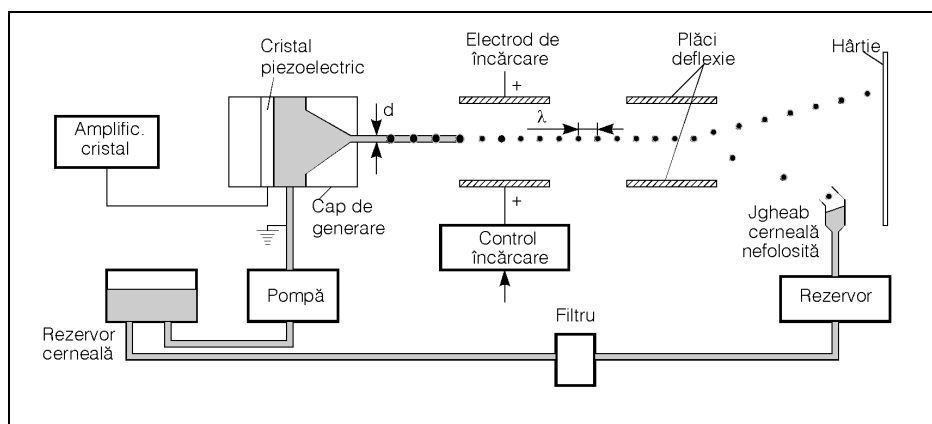


Figura 7.2. Imprimantă cu jet continuu de picături.

Datorită tensiunii superficiale, jetul are tendința de a se separa în picături independente. Acest proces este forțat printr-o variație a presiunii pe peretele opus ajutorajului cu ajutorul unui cristal piezoelec-

tric. Se produce deci o vibrație mecanică a peretelui; dacă această vibrație este continuă, picăturile vor fi generate în mod continuu.

Pasul dintre picăturile formate (lungimea de undă) λ este proporțional cu viteza v a jetului și invers proporțional cu frecvența f de excitare a cristalului:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Pentru o imprimare de calitate, jetul de cerneală trebuie dirijat cu o precizie ridicată, ceea ce se poate obține prin rezolvarea a numeroase probleme aerodinamice, termodinamice etc. De exemplu, trebuie să se evite formarea unor picături mai mici intercalate printre picăturile jetului, care, având o masă mai mică, sunt deflectate în mod diferit. S-a arătat că formarea acestor picături poate fi evitată dacă raportul dintre pasul picăturilor λ și diametrul d al jetului este cuprins între 5 și 7. De asemenea, dacă o picătură este urmată de o altă picătură la o distanță mică, datorită atracției electrostatice picăturile se pot uni, ceea ce poate produce o imprimare neuniformă.

Pe lângă *metoda piezoelectrică* de generare a picăturilor, se mai utilizează *metoda termică* (2.3.4).

Pentru a dirija picăturile, acestea sunt încărcate electrostatic cu ajutorul unor electrozi amplasați în zona punctului de separare a picăturilor. Jetul de cerneală fiind legat electric la masă, picătura formată se încarcă cu o sarcină de polaritate opusă electrodului pozitiv. După separare, picătura își păstrează încărcarea.

Tensiunea electrozilor de încărcare este comandată de blocul de generare a imaginii. Sarcina cu care se încarcă picătura trebuie să varieze între limite suficient de largi pentru a permite deflexia ulterioară pe distanța necesară. Încărcarea maximă este limitată de necesitatea de a evita respingerea electrostatică a picăturilor vecine și "explozia" picăturii, care poate avea loc dacă forțele de respingere electrostatică în interiorul picăturii depășesc tensiunea superficială.

Deplasarea jetului de picături are loc asemănător deplasării unui jet cilindric de fluid, formându-se un strat marginal de aer. Prima picătură suferă o frânare mai puternică, iar următoarele sunt frânate mai puțin, datorită în special forțelor de frecare laterală.

Stratul marginal de aer are ca efect scăderea diferită a vitezei picăturilor, existând tendința de uniune între primele picături. Picăturile deflectate sunt influențate de vitezele din stratul marginal; traiectoria lor poate fi deviată și se pot uni picăturile deflectate diferit. Aceste fenomene limitează distanța între plăcile de deflexie și hârtie.

Pentru diminuarea efectelor stratului marginal de aer există diferite soluții:

- Se intercalează în jet picături suplimentare nedeflectate, pentru a mări distanța între picături și a preveni unirea lor;
- Se plasează picăturile în interiorul unui tunel aerodinamic. Aerul se deplasează cu viteza jetului de picături, împiedicându-se formarea stratului marginal.

Cerneala utilizată trebuie să fie stabilă din punct de vedere chimic, compatibilă cu materialele utilizate pentru construcția imprimantei, trebuie să fie conductivă, netoxică, neinflamabilă. Pentru a preveni uscarea cernelii în ajutoraj, se adaugă aditivi în cerneală și se prevăd filtre în sistemul de circulație al cernelii.

Generarea continuă a picăturilor permite frecvențe mari de generare (peste 100.000 picături/s) și viteze mari ale jetului. O calitate bună a imprimării se obține dacă picăturile au dimensiuni mici și rezoluția este mare. La o anumită frecvență maximă de generare, mărirea rezoluției înseamnă reducerea vitezei de imprimare. Invers, dacă se mărește viteza de imprimare, prin mărirea vitezei de generare a picăturilor, scade rezoluția.

2.3.2. Imprimante cu jet intermitent

Se utilizează o cerneală încărcată electrostatic, alimentată cu o presiune mică. Jetul de picături este generat prin punerea sub tensiune a unui electrod de comandă amplasat lângă ajutoraj. Oprirea jetului se realizează prin aplicarea unei tensiuni inverse.

Dirijarea și amplasarea picăturilor se obține prin deflexie electrostatică și deplasarea capului. Deoarece procesul de generare poate fi comandat, iar la pornire și oprire se pierde un număr mic de picături, acestea sunt colectate, dar nu sunt recirculate.

Aceste imprimante permit obținerea unor viteze medii de imprimare.

2.3.3. Imprimante cu picături comandate

Picăturile sunt generate individual, formarea fiecărei picături fiind comandată de un impuls electric care determină deformarea pereților unor camere ale ajutorajelor sau încălzirea cernelii. Dirijarea picăturilor se realizează de obicei prin selectarea ajutorajelor unui cap multiplu (de exemplu, cu 7 ajutoraje), combinată cu deplasarea capului (Figura 7.3).

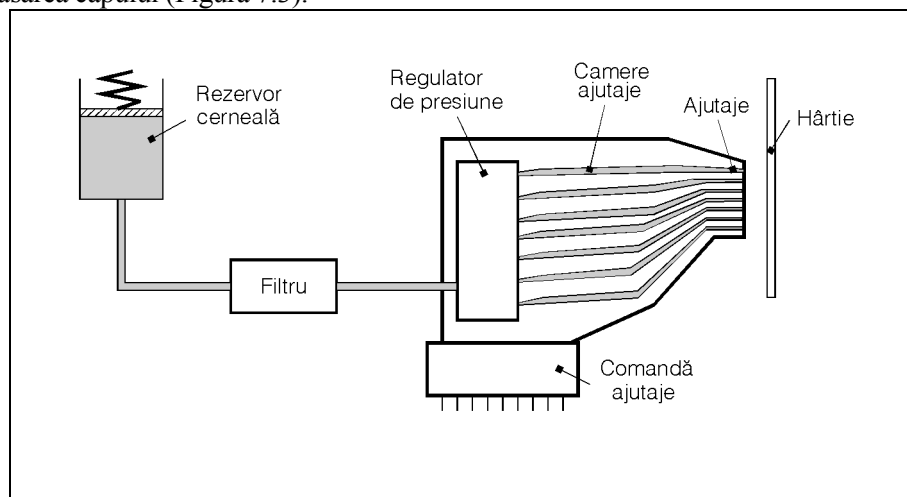


Figura 7.3. Imprimantă cu picături comandate.

Deoarece toate picăturile sunt utile, nu este necesar un sistem de recirculare și filtrare a cernelii, ceea ce determină o simplificare a acestor imprimante.

Camerele ajutorajelor sunt legate la o cameră comună alimentată de rezervorul de cerneală. Pentru ca cerneala să nu părăsească ajutorajele atunci când nu este comandată generarea, capul de imprimare conține și un regulator de presiune care menține în camera comună o presiune ușor negativă. Camerele ajutorajelor au câte un perete flexibil care poate fi deformat printr-un cristal piezoelectric. După generarea picăturii și revenirea peretelui, camera este reumplută prin capilaritate.

Frecvența de generare este limitată de umplerea prin capilaritate și de faptul că cerneala trebuie accelerată la fiecare nou impuls. Aceste imprimante au viteze mai reduse decât cele cu jet continuu.

2.3.4. Tehnologii de realizare a imprimantelor cu jet de cerneală

Există mai multe tehnologii de realizare a acestor imprimante, în funcție de metoda de generare a picăturilor. Cele mai utilizate metode sunt *metoda termică* și *metoda cu cristal piezoelectric*.

1) Metoda termică (cu bule - *Bubble Jet*)

Capul de imprimare este format dintr-un rezervor de cerneală cu pereți elastici, în care se menține o anumită presiune. Din acest rezervor cerneala ajunge în camera de generare a picăturilor,

care este prevăzută cu un ajutor în care cerneala pătrunde prin capilaritate. Pe unul din pereții camerei se află un element încălzitor realizat sub forma unei pelicule subțiri.

Generarea unei picături se realizează prin încălzirea foarte rapidă a cernelii (cu câteva sute de °C pe μ s). Se va încălzi numai un strat subțire de cerneală care este în contact direct cu încălzitorul, și care va ajunge la temperatura de fierbere. Orice mică bulă de aer aflată în această zonă își va mări volumul. La evaporarea cernelii, se produce o presiune suplimentară care generează o picătură, expulzată prin ajutor.

Metoda termică este utilizată de imprimantele firmelor *Hewlett-Packard* și *Canon*. Alți producători, ca *Apple* și *IBM*, își procură subansamble pentru propriile imprimante de la firma *Canon*. Această metodă a fost preluată și de producătorii de plottere (de exemplu, familia *TechJET Designer* a firmei *CalComp* și familia *DesignJet* a firmei *HP*).

2) Metoda piezoelectrică

Se bazează pe efectul piezoelectric. Dacă se exercită o presiune asupra unui cristal piezoelectric, se va produce o tensiune electrică. Dacă se aplică o tensiune electrică unui cristal piezoelectric, acesta va suferi o deformare mecanică.

În cele mai multe cazuri, se utilizează un *disc piezoelectric* care se deformează atunci când i se aplică o tensiune electrică. Această deformare produce o presiune care va determina expulzarea unei picături de cerneală. Se pot obține astfel presiuni ridicate și timpi de răspuns mici.

În cazul unei alte tehnici, se plasează un tub subțire de sticlă în interiorul unui cristal piezoelectric. La aplicarea unei tensiuni electrice, cristalul se contractă și exercită o presiune asupra tubului de sticlă, producând expulzarea unei picături de cerneală.

Firma *Epson* este autoarea unei tehnologii numită *MACH (Multi-layer ACTuator Head)*, în care se utilizează un dispozitiv piezoelectric multistrat care vibrează pentru producerea picăturilor de cerneală. Dispozitivul multistrat este format din câteva mii de fire piezoelectrice foarte fine, așezate în paralel unele cu altele într-un spațiu redus. Atunci când li se aplică un impuls electric, firele își măresc lungimea și acționează asupra unei plăci care modifică volumul camerei în care se află cerneala. Această tehnologie a fost utilizată pentru prima dată la imprimanta *Stylus 800*.

Metoda cu cristal piezoelectric este utilizată de imprimantele firmelor *Brother*, *Epson* și *Tektronix*. O variantă a tehnologiei multistrat, numită *Microjet*, a fost elaborată de firma *Cambridge Consultants*. Aceasta oferă o rezoluție, o frecvență a picăturilor și costuri comparabile cu cele ale metodei termice.

Imprimantele realizate pe baza metodei piezoelectrice sunt mai rapide, mai fiabile și au costul de imprimare pe pagină mai redus decât cele termice. Acestea au însă costuri mai scăzute, iar dimensiunea mai redusă a capului de imprimare permite realizarea mai ușoară a imprimantelor color.

2.4. Imprimante electrofotografice

Metoda electrofotografică constă în încărcarea electrostatică diferențiată, prin expunere la lumină, a unui suport intermediar fotoconductor, de obicei un tambur. Imaginea latentă este apoi dezvoltată prin acoperirea cu toner, este transferată pe hârtie și fixată (Figura 7.4).

Încărcarea electrostatică se realizează de obicei cu o rază laser modulată, care baleiază rând cu rând suportul fotoconductor. Modularea se efectuează pe baza conținutului memoriei de imagine. Toate operațiile se efectuează în timpul mișcării continue a suportului fotoconductor. Imprimarea unei pagini corespunde unui ciclu al sistemului (de exemplu, o rotație a tamburului). În vederea unui nou ciclu, imaginea veche este ștearsă prin expunerea întregii suprafețe la lumina unei lămpi fluorescente, particulele de toner fiind îndepărtate.

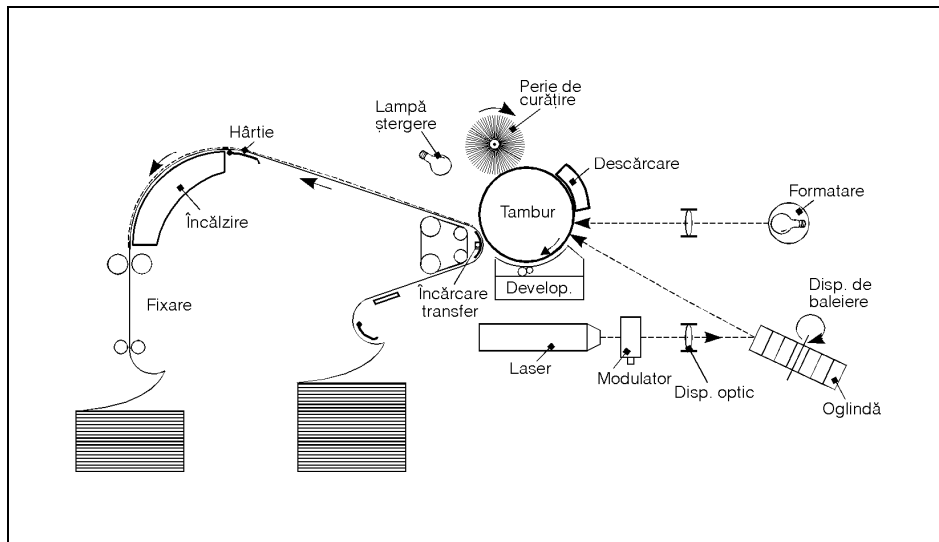


Figura 7.4. Imprimantă electrofotografică.

Încărcarea suportului fotoconductor

Substanța fotoconductoră care acoperă tamburul este încărcată inițial cu un potențial negativ (de exemplu, -750 V). Prin expunerea ulterioară la lumină, acest potențial scade, în funcție de intensitatea luminoasă (de exemplu, la -200 V). Această diferență de potențial este corelată cu încărcarea particulelor de toner, astfel încât acestea să adere numai în zonele iluminate.

Tamburul se acoperă cu substanțe fotoconductive anorganice, de exemplu seleniu, sau substanțe organice (OPC - *Organic PhotoConductor*). Seleniul are dezavantajul că este toxic. Tamburul trebuie schimbat după un număr de pagini (de ordinul zecilor de mii de pagini).

Developarea

La imprimantele electrofotografice se utilizează toner solid. În stația de dezvoltare, particulele de toner (cu diametrul de aproximativ $15\text{ }\mu\text{m}$) sunt amestecate cu particule magnetice purtătoare cu diametru mai mare (de exemplu, teflon). Datorită încărcării statice în timpul amestecării, particulele de toner sunt reținute de câmpul magnetic al orificiului de dezvoltare. În porțiunile impresionate forța de atracție a suprafeței tamburului depășește forța de reținere, și particulele de toner aderă pe tambur.

Transferul imaginii pe hârtie

Imagina este transferată pe hârtie prin aplicarea pe spatele acesteia a unei sarcini electrostatice pentru a depăși forța de atracție a tonerului de către fotoconductor.

Fixarea imaginii

Se utilizează de obicei fixarea termomecanică. Hârtia este trecută între un cilindru încălzit și o rolă presoare. În zona de contact, temperatura ($120 - 150\text{ }^{\circ}\text{C}$) și presiunea produc topirea tonerului și aderența pe hârtie.

Sistemul optic

Există mai multe metode de impresionare a suportului. Metoda cea mai utilizată este cea prin modularea unei raze laser. Această metodă permite viteze mari și o mare flexibilitate privind alegerea setului de caractere. Se utilizează de obicei laseri cu He-Ne care emit în infraroșu. Baleierea orizontală este realizată cu o oglindă poligonală rotitoare.

În locul razei laser și al sistemului optic se mai poate utiliza un șir de diode luminescente.

Calitatea imprimării depinde de:

- caracteristicile materialului fotoconductor;
- metoda de developare și fixare;
- calitatea tonerului.

Vitezele care se pot obține sunt mari, dar la viteze mari prețurile sunt ridicate. Rezoluția obișnuită este de 600 puncte/inch.

2.5. Imprimante color

Utilizează sinteza substractivă a culorilor, spre deosebire de monitoarele color, care utilizează sinteza aditivă. Standardul utilizat cel mai frecvent este CMY (*Cyan, Magenta, Yellow*). Culoarea *cian* este culoarea complementară pentru roșu, *magenta* este culoarea complementară pentru verde, iar *galben* este culoarea complementară pentru albastru. Pentru a se obține culoarea roșie, de exemplu, trebuie să se imprime cu un pigment de culoare magenta (care absoarbe verdele) și galben (care absoarbe albastrul), reflectându-se numai culoarea roșie.

Imprimantele utilizează și un al patrulea pigment, de culoare neagră, sistemul de culori fiind numit CMYK. Deși, teoretic, negrul se poate obține prin suprapunerea celor trei culori (CMY), în practică obținerea culorii negre este dificilă dacă se utilizează această suprapunere, deoarece nu se pot obține pigmenți absolut monocromatici (de exemplu, există urme de cian în pigmentul magenta etc.). În asemenea cazuri, negrul obținut va avea nuanțe verzui, albastre sau roșii. Pe de altă parte, obținerea culorii negre prin suprapunerea a trei pigmenți este neeconomică.

Imprimantele performante au procesoare RISC care prelucrează vectorii de 24 de biți pentru fiecare pixel. Este necesară o memorie de dimensiuni mari (de exemplu, 32 MB pentru un format A4), ceea ce crește prețul imprimantei.

2.5.1. Imprimante color cu jet de cerneală

În prezent, sunt cele mai răspândite imprimante color. De obicei, se utilizează metoda de imprimare cu picături comandate.

La unele imprimante se folosesc *cerneluri solide* sub formă de ceară, care se solidifică mai rapid. Se utilizează patru bastoane de ceară, care sunt topite în capul de imprimare. Cernela lichidă formată este colectată în patru rezervoare, care mențin cernela în această stare. Avantajul este că cernela nu este absorbită de hârtie, dar costul acestor imprimante este mai ridicat.

Imprimante care utilizează cerneluri solide sunt produse de firmele *Tektronix* și *Brother*.

2.5.2. Imprimante color electrofotografice

Acestea au apărut mai târziu, deoarece tehnologia utilizată de imprimantele alb-negru pune câteva probleme variantei color. Culorile sunt separate și apoi sunt tipărite secvențial, punându-se probleme deosebite de curățire a tamburului după tipărirea fiecărei culori, de aliniere și suprapunere a imaginilor de diferite culori.

Calitatea imaginii depinde mult de stabilitatea și granularitatea tonerelor folosite. Trebuie găsită valoarea optimă pentru dimensiunea granulelor de toner: cât mai mică, pentru ca rezoluția să fie corespunzătoare, dar suficient de mare, pentru a reduce problemele legate de încărcarea și ștergerea imaginii de pe tambur.

3. Desfășurarea lucrării

3.1. Se va răspunde la următoarele întrebări:

- Care sunt avantajele și dezavantajele imprimantelor cu jet de cerneală ?

- Care sunt avantajele și dezavantajele metodei termice și a celei piezoelectrice ?
- Care sunt avantajele și dezavantajele imprimantelor electrofotografice ?

3.2. Se conectează la calculator o imprimantă SCAMP 9335. Interfața paralelă a acesteia este de tip *Centronics*. Transferul de date este ilustrat în diagrama din Figura 7.5.

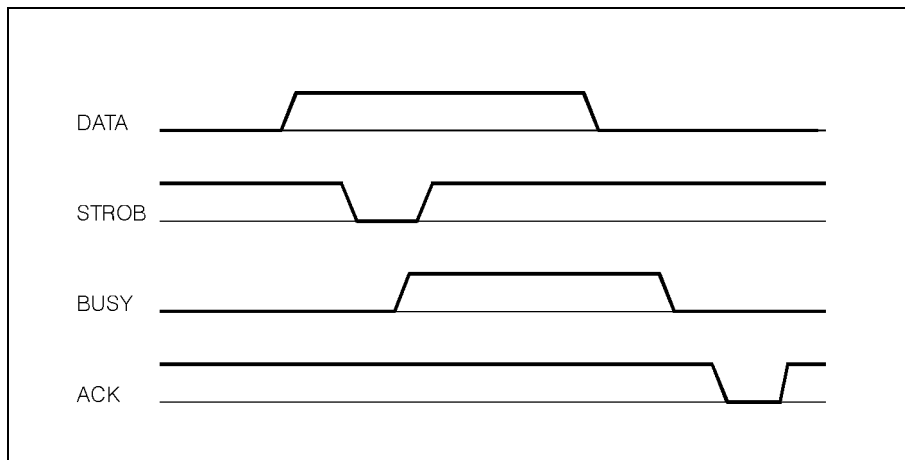


Figura 7.2. Diagrama de timp pentru transferul de date cu imprimanta SCAMP 9335.

Sursa de date plasează datele pe cele 8 linii DATA. Atunci când datele sunt stabilizate (după minim $0,5 \mu\text{s}$), sursa va genera un semnal STROB pentru a anunța interfața că datele sunt gata pentru a fi preluate. Imprimanta va răspunde cu un semnal BUSY (după maxim $0,2 \mu\text{s}$), care va rămâne activ până când datele sunt memorate în buffer. După memorarea datelor semnalul BUSY va fi dezactivat, iar după maxim $0,5 \mu\text{s}$ va fi activat semnalul ACK, pentru a indica faptul că transferul datei s-a terminat.

Se va scrie o funcție pentru tipărirea unui caracter la imprimantă, pe baza diagramei din Figura 7.5. Se va apela această funcție pentru tipărirea unui text la imprimantă. Liniile textului se vor termina cu caracterele CR (0Dh), LF (0Ah).