



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00080**

(22) Data de depozit: **03/02/2016**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/07/2023** BOPI nr. **7/2023**

(41) Data publicării cererii:
30/08/2017 BOPI nr. **8/2017**

(73) Titular:
• **STUDIO RIP S.R.L., SAT VISTEA NR. 313,**
COMUNA GÎRBAU, CJ, RO

(72) Inventatori:
• **BIRO ADAM, SAT VIȘTEA NR.312,**
COMUNA GÎRBAU, CJ, RO

(74) Mandatar:
CABINET DE PROPRIETATE
INDUSTRIALĂ CIUPAN EMILIA,
STR.MESTECENILOR NR.6, BL.E9, SC.1,
AP.2, CLUJ NAPOCA, CJ

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 2010156979 (A1); JP 2012101401 (A)

(54) **METODĂ DE CREȘTERE A CALITĂȚII PRINTĂRII**
CU O IMPRIMANTĂ CU JET DE CERNEALĂ

Examinator: ing. **PETRESCU ANTIGONA**



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a acesteia

RO 132086 B1

1 Invenția se referă la o metodă de îmbunătățire a calității printării cu o imprimantă cu jet de cerneală.

3 Se cunoaște din documentul **US 2010156979 (A1)** o metodă de imprimare cu jet de cerneală prin care se efectuează imprimarea pe un mediu de imprimare prin ejectarea cernelurilor dintr-un cap de imprimare configurat pentru a ejecta cerneluri cromatice și o cerneală acromatică în timp ce se deplasează capul de imprimare, imprimarea de înaltă calitate cu câteva dungii de limitare este produsă atunci când cantitatea de cerneluri este mare și se realizează fără a fi efectuat un control complicat. În acest scop, datele de tipărire într-o limită și vecinătatea acesteia sunt împărțite în regiuni unitare și pentru fiecare regiune unitară, se efectuează (A) o primă prelucrare de reducere care determină o nuanță a regiunii unitare pe baza cantităților de cerneluri cromatice și reduce cantitatea de cerneluri cromatice aplicate regiunii unitare în funcție de nuanța determinată; și (B) o a doua procesare de reducere care reduce o cantitate de cerneală acromatică pe baza cantității de cerneală acromatică aplicată regiunii unitare.

15 Mai este cunoscut documentul **JP 2012101401 (A)** care se referă la o metodă și un aparat pentru antrenarea capului cu jet de cerneală al aparatelor de printare cu jet de cerneală pentru îmbunătățirea calității. Acesta descrie o metodă de antrenare a unui cap cu jet de cerneală în care timpul de pauză este stabilit prin setarea celui mai scurt timp dintre multitudinea de timpi de pauze existente în linia caracteristică ca timp de pauză. Timpul necesar pentru efectuarea tipăririi gradate de către duza unui cap cu jet de cerneală este notat cu un timp de ciclu T_c , numărul picăturilor de cerneală cu gradația maximă este notat cu n , un ciclu de picătură necesar pentru ejectarea unei picături de cerneală din duză este notată cu TD , un timp de repaus este stabilit între, după impulsul de antrenare pentru ejectarea finală a picăturilor de cerneală a gradației maxime și înainte de începerea următorului ciclu de timp care este notat cu T_c ($T_c = TD \times n + T_e$). Pe baza unor astfel de linii caracteristice pre-obținute, cantitatea de dispersie în direcția de zbor a mai multor picături, inclusiv picăturile satelit ejectate continuu, se atenuază în timp ce se repetă creșterea/scăderea în funcție de trecerea timpului de repaus T_e . Astfel este setat timpul de repaus care furnizează cantitatea minimă de dispersie.

31 Se mai cunoaște faptul că în procesul de imprimare al imaginilor grafice (texte, fotografii, desene) cu ajutorul mașinilor de tipar ofset se utilizează plăci ofset. Acestea sunt plăci multistrat care se obțin dintr-o placă subțire de aluminiu (având grosimea tipică de 0.15 mm sau 0.30 mm) pe care se depun secvențial straturi suplimentare din diverse materiale care au anumite proprietăți (un strat de granule de bază care conferă aderență, rezistență și capacitate de a reține apă, un strat cu proprietăți hidrofile și oleofobe, un strat fotosensibil, oleofil și hidrofob în același timp). Pe plăcile ofset se formează inițial imaginea (alternanța de zone de imagine și zone de non-imagine).

39 În timpul procesului de tipărire într-o mașină de tipar ofset imaginea de pe plăci se transferă pe mediul de printare pe baza proprietăților oleofile și hidrofobe, în timp ce non-imaginea este redată pe baza proprietăților oleofobe și hidrofile ale unor straturi de materiale care intră în componența plăcilor. Cerneala pe bază de ulei aderă la zonele de imagine oleofile de pe placa ofset și astfel imaginea este transferată unui suport intermediar și mai departe mediului de printare, în timp ce zonele non-imagine, oleofobe, nu se transferă.

45 Imaginea grafică de pe placa ofset este construită de o lumină laser care parcurge întreaga suprafață a plăcii, rând cu rând și pixel de pixel pe care-i setează pe ON sau OFF, sau se creează prin expunere selectivă, adică se expune placa, în întregime, la o lumină uniformă care este mascată selectiv de un strat absorbant de lumină (film, cerneală, strat de cărbune etc.).

RO 132086 B1

Placa expusă se dezvoltă cu o soluție alcalină (cu valoare pH în jur de 13) care în cazul plăcilor pozitive atacă zonele expuse luminii (stratul fotosensibil fiind slăbit de către lumina UV), iar în cazul plăcilor negative atacă zonele neexpuse luminii (stratul fotosensibil fiind întărit de către lumina UV). Zonele atacate se dizolvă în soluția de dezvoltare în circa 30 secunde, în timp ce zonele neatacate rămân pe placă. În funcție de tipul plăcii (negativă sau pozitivă), zonele spălate devin hidrofile și oleofobe (în cazul plăcilor pozitive) sau invers, hidrofobe și oleofile (în cazul plăcilor negative).

Așa stând lucrurile, timp de mai multe decenii abordarea convențională a constat în utilizarea unor lasere de putere mică la expunerea unor filme cu fotosensibilitate mare, urmată de prelucrarea filmului (fixare, spălare, uscare), așezarea cu atenție a acestuia pe suprafața plăcii, eliminarea aerului dintre placă și film și apoi utilizarea lui pentru a masca o lumină UV puternică folosită la expunerea unui strat cu sensibilitate redusă dispus pe placă. Această tehnologie fiind complicată, scumpă și consumatoare de timp, s-au căutat soluții în care filmul să fie eliminat. Astfel a apărut tehnologia Computer to Plate (CTP) care a expus direct placa cu laser.

Se cunoaște însă faptul că utilizarea laserului direct pe placă necesită fie dispunerea pe placă a unor straturi cu fotosensibilitate mare, fie crearea unor dispozitive cu laser puternic care să poată expune plăci cu fotosensibilitate mică. Oricare dintre cele două soluții este prea costisitoare (materialul cu fotosensibilitate mare ridicând prețul pe partea de consumabile, iar laserul puternic pe partea de echipament).

În momentul de față tehnologia cea mai răspândită folosește un număr ridicat de lasere de putere mare (16-128), astfel fiind capabil să folosească plăci cu sensibilitate mică (și cu cost redus). Aceste echipamentele sunt încă scumpe, complicate și au costuri ridicate de mentenanță.

O soluție alternativă cunoscută este reprezentată de utilizarea unor plăci convenționale cu sensibilitate redusă și a unor imprimante cu jet de cerneală ieftine utilizate la tipărirea imaginii pe placă. Dezavantajul utilizării tehnologiei inkjet constă în calitatea mai slabă a imaginii.

Procesul de prelucrare a plăcilor ofset în varianta imprimării imaginii cu tehnologia inkjet, așa cum este cunoscut, presupune parcurgerea mai multor etape și folosirea anumitor echipamente și dispozitive: introducerea plăcii într-o imprimantă cu jet de cerneală, tipărirea imaginii, expunerea plăcii la lumină ultravioletă într-un dispozitiv special conceput, spălarea cu apă a plăcii pentru îndepărtarea cernelii, dezvoltarea plăcii în soluție alcalină, urmată de o a doua spălare.

Sunt cunoscute dispozitive de expunere a plăcilor ofset la lumină ultravioletă. În mod tradițional plăcile ofset se fac cu filme tipografice lipite pe placă, vidate (pentru un contact perfect între film și stratul fotosensibil) și expuse de la o distanță de 1-2 metri de către lămpi UV de putere mare (2-4 kW). Sistemul acesta prezintă mai multe dezavantaje:

- consum foarte ridicat de energie (majoritatea luminii emise se pierde din cauza direcționalității, iar lămpile nu sunt foarte eficiente);
- lămpile nu emit putere constantă, având nevoie de timp de încălzire;
- sistemul ocupă un volum mare de spațiu.

Sunt cunoscute echipamente de dezvoltare a plăcilor ofset convenționale. Acestea au în structura lor un număr mare de role care preiau și transportă placa prin unități de prespălare, dezvoltare și spălare. De asemenea sunt prevăzute cu perii care curăță stratul fotosensibil atacat și parțial dizolvat de soluția de dezvoltare. Toate aceste aspecte arată faptul că echipamentele existente sunt complicate. Acest neajuns este compensat de viteza cu care prelucrează plăcile (1-4 plăci pe minut).

RO 132086 B1

1 În procesul de tipărire cu mașina de tipar ofset imaginile de pe plăcile ofset develope-
pate se transferă pe mediile de tipărire. Mașina de tipar ofset (la fel ca flexografia, serigrafia,
3 imprimantele laser, inkjet etc.) este incapabilă să controleze în mod direct, repetabil și precis
grosimea stratului de cerneală pe hârtie. În schimb, poate controla geometria imaginii la nivel
5 microscopic, fiind capabilă să tipărească stabil puncte de 20-40 microni.

Astfel, nuanțele se obțin nu prin variația grosimii stratului de cerneală, ci prin variația
7 dimensiunii sau densității unor puncte microscopice (puncte de raster, în terminologie
tipografică). O nuanță de 30% înseamnă, în termeni tipografici, o zonă în care punctele de
9 raster acoperă 30% din suprafața hârtiei, restul de 70% fiind lăsată alb.

Un punct de raster se obține din puncte elementare de imagine (pixeli).

11 Dacă punctele de raster sunt suficient de mici, ochiul uman nu le mai distinge, supra-
fața acoperită de punctele de raster fiind percepută ca o nuanță uniformă. Există diferite
13 tehnologii de rasterizare, cea mai des utilizată fiind rasterul convențional (modulat în amplitu-
dine, AM), care are o grilă fixă pentru puncte (tipic 60-70 puncte pe centimetru), nuanțele
15 fiind controlate prin dimensiunea punctelor (pentru nuanțe deschise se folosesc puncte mai
mici, pentru nuanțe închise se folosesc puncte mai mari).

17 Echipamentele convenționale pre-press (Computer to Plate sau Computer to Film)
lucrează cu laser. Laserul expune materialul (film sau placă) line cu linie și pixel cu pixel.
19 Unde se cere cerneală, laserul expune, unde nu se cere cerneală, laserul se stinge (în cazul
echipamentelor cu tehnologie negativă se întâmplă invers). Sub microscop, rezultatul arată
21 ca o rețea de pixeli (bineînțeles cu pixeli mai rotunjiți, nu pătrate perfecte). Echipamentele
fiind de foarte bună calitate, rezultatul expus arată sub microscop foarte asemănător cu
23 imaginea dorită. Dezavantajul utilizării laserului îl constituie costurile mari.

O alternativă cunoscută o reprezintă imprimantele cu jet de cerneală, însă acestea
25 au o precizie mult mai scăzută, eroarea medie de poziționare a picăturii de cerneală fiind de
ordinul zecilor de microni. Această eroare nu este percepută în mod direct de către ochiul
27 uman, dar apar numeroase efecte vizibile pentru ochi cum ar fi:

- punctele de raster sunt percepute ca neuniforme, dând senzație de zgomot alb;
- 29 - erorile de poziționare fiind corelate cu mișcarea orizontală a capului de imprimare,
apar dungi orizontale (benzi);

- 31 - la o rezoluție finală care se obține dintr-o rezoluție nativă mai mică a imprimantei
(spre exemplu, în cazul imprimantei Epson SureColor T3200, rezoluția de 2880 dpi se obține
33 din rezoluția nativă de 720 dpi) printr-o procedură repetitivă de întretesere, apar alte erori de
poziționare care pot intra în interferență cu grila de raster.

35 În consecință, este nevoie de metode de optimizare pentru a obține o calitate compa-
rabilă cu cea produsă de echipamentele laser. Aceste metode urmăresc să reducă efectele
37 de banding, moaraj și zgomot alb cauzate de erorile de poziționare ale picăturilor de
cerneală.

39 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în creșterea calității printării cu
o imprimantă cu jet de cerneală utilizată la obținerea cu costuri mici a unor plăci ofset de
41 calitate.

Metoda de creștere a calității printării cu o imprimantă cu jet de cerneală, conform
43 invenției, elimină dezavantajele celorlalte metode prin aceea că cuprinde următoarele
etapele: se realizează controlul selectiv al densității obiectelor, marginile obiectelor se confi-
45 gurează cu o densitate mai mare a picăturilor de cerneală în comparație cu interiorul lor
astfel încât să se obțină un contur bine definit al obiectelor și să se evite problemele de
47 absorbție a cernelii în interiorul lor; se realizează modularea dinamică a densității punctului
de raster, densitatea picăturilor de cerneală se corelează cu dimensiunea punctelor de raster

RO 132086 B1

astfel încât densitatea să fie mai mică în cazul punctelor de raster mari și să crească treptat	1
către punctele de raster mai mici; se realizează controlul selectiv al cernelii folosite la	
realizarea punctului de raster, se aplică în cazul imprimantelor care dispun atât de cartuș de	3
cerneală negru mat, cu proprietăți geometrice mai bune, cât și de cartuș negru foto, cu	
proprietăți de absorbție mai bune și constă în tipărirea conturului punctelor de raster cu	5
cerneală negru mat, iar interiorul lor cu cerneală negru foto; se realizează selectarea duzelor,	
în cazul în care mai multe duze sunt disponibile pentru tipărirea unui pixel, se folosește o	7
metodă stohastică pentru a determina duza cu care se tipărește acel pixel; se alege liber	
raportul dintre numărul necesar de pași pentru obținerea rezoluției și numărul efectiv folosit	9
de pași; se realizează reducerea matricei de duze, se reduce matricea de duze utilizate prin	
selectarea zonei, dorite de către operator prin intermediul unui program software, în funcție	11
de importanța lucrării de realizat; se realizează suprapunerea benzilor de pixeli realizată în	
următoarele subetape:	13
i) se stabilește numărul N de rânduri care se suprapun în zona de joncțiune;	
ii) se calculează procentajul de folosire a unei duze în zona de suprapunere cu o	15
funcție cosinusoidală descrisă prin legea:	
$P = 1 - 0,5 * [1 + \cos(X * \pi / N)]$	17
unde P reprezintă procentajul în care pixelii dintr-un anumit rând suprapus se tipăresc în	
pasul curent, restul de pixeli fiind tipăriți în pasul anterior/următor, X este numărul duzei la	19
care aparține rândul examinat, iar N este numărul total de rânduri suprapuse;	
iii) se împart pixelii între cei doi pași în mod stohastic astfel: se alege cu o metodă	21
semi-aleatoare un număr de pixeli, aferent procentajului P, care se păstrează pentru pasul	
curent, restul se elimină din pasul curent și se transferă la pasul aferent suprapus.	23
Se dau în continuare exemple de realizare a invenției în legătură cu fig.1...30 care	
reprezintă:	25
- fig. 1, structura unei plăci ofset speciale;	
- fig. 2, mascarea cu cerneală a unei imagini, pe placa ofset;	27
- fig. 3, expunerea plăcii ofset la lumină ultravioletă;	
- fig. 4, spălarea cu apă a plăcii pentru îndepărtarea cernelii și a gelatinei;	29
- fig. 5, dezvoltarea plăcii;	
- fig. 6, sistem de poziționare a plăcii ofset în imprimanta cu jet de cerneală;	31
- fig. 7, dispunerea senzorilor și a solenoidelor pe tava de poziționarea imprimantei;	
- fig. 8, dispozitiv cu LED-uri UV;	33
- fig. 9, echipament de dezvoltare a plăcilor ofset;	
- fig. 10, controlul densității punctului de raster;	35
- fig. 11, modulația densității unui punct de raster mai mic (raster de 2%);	
- fig. 12, modulația densității unui punct de raster mai mare (raster de 50%);	37
- fig. 13, bandă de pixeli imprimați într-un singur pas;	
- fig. 14, dublarea rezoluției prin întretesere simplă;	39
- fig. 15, exemplificarea efectului de banding (stânga) și reducerea efectului prin	
dispersarea erorii (dreapta);	41
- fig. 16, dublarea rezoluției prin întretesere ingenioasă;	
- fig. 17, alinierea duzelor cu eroare de avans de -10% în cazul folosirii a 8 duze;	43
- fig. 18, alinierea duzelor cu eroare de avans de -10% în cazul folosirii a 4 duze;	
- fig. 19, secțiune verticală a capului de printare, paralelă cu rândul de duze, cu lipsă	45
de paralelism între duze și mediul de imprimare;	
- fig. 20, secțiune verticală a capului de printare, perpendiculară pe rândul de duze,	47
cu evidențierea erorii de poziționare pe orizontală;	

RO 132086 B1

- 1 - fig. 21, utilizarea simultană a canalelor MK și PK;
- fig. 22, efect de banding datorat erorilor de avans a mediului de imprimare;
3 - fig. 23, efect de banding datorat erorilor de avans a mediului de imprimare, imagine microscopică;
5 - fig. 24, suprapunere parțială a două benzi succesive, pentru dispersarea erorii;
- fig. 25, reducerea efectului de banding prin suprapunere parțială între benzi;
7 - fig. 26, exemplu de reprezentare grafică a funcției de repartizare a pixelilor aparținând zonei de suprapunere a benzilor;
9 - fig. 27, exemplu de funcție de repartizare liniară a pixelilor aparținând zonei de suprapunere a benzilor în cazul unui avans prea mic al mediului de imprimare;
11 - fig. 28, exemplu de funcție de repartizare cosinusoidală a pixelilor aparținând zonei de suprapunere a benzilor în cazul unui avans prea mic al mediului de imprimare;
13 - fig. 29, seturi de rastere cu moaraj aproape invizibil;
- fig. 30, forma optimă a punctului de raster în funcție de nuanța rasterului.

15 Soluția la problema tehnică o constituie un tip de plăci ofset speciale obținute din plăci convenționale prin acoperire cu un strat suplimentar de gelatină, dispozitive și echipamente optimizate cum ar fi un sistem de poziționare precisă a plăcii în imprimantă, un dispozitiv de expunere cu LED-uri UV, un echipament de dezvoltare a plăcilor cu tancuri verticale și cu o construcție mult simplificată, precum și o metodă de creștere acalității imaginii printate cu o imprimantă cu jet de cerneală prin crearea unui raster de calitate cu puncte de densitate mare (70 puncte pe centimetru), uniforme, regulate, cu contur clar, fără o scădere semnificativă a vitezei de imprimare. Această metodă constă în controlul dinamic și selectiv al densității de cerneală, dispersarea uniformă a erorilor de poziționare și reducerea efectului de banding prin îmbunătățiri aduse la algoritmul de întreșesere a picăturilor, creșterea preciziei de poziționare a picăturilor de cerneală, obținerea de seturi de rastere tară interferențe, optimizarea formei punctului de raster și folosirea în paralel a 2 canale și a 2 tipuri de cerneală.

Fabricarea plăcilor ofset speciale

29 O placă fotosensibilă convențională pozitivă are, în principal, următoarele straturi: o bază de aluminiu, un strat cu structură granulară, un strat hidrofil și un strat fotosensibil hidrofob.

31 Fabricarea plăcilor ofset speciale conform invenției se face prin aplicarea, peste straturile plăcii fotosensibile convenționale alcătuite dintr-o bază de aluminiu, un strat granulat, un strat hidrofil și oleofob și un strat fotosensibil hidrofob și oleofil, a unei acoperiri de gelatină (fig. 1) cu rol de absorbție a cernelii. Stratul de gelatină se aplică la momentul producerii plăcilor ofset în fabrică, înainte ca plăcile să fie tăiate. Aplicarea stratului de gelatină se face cu același echipament cu care s-a aplicat stratul fotosensibil. Gelatina are rolul de a absorbi cerneala și de a o ține pentru a nu se împrăștia. Învelișul de gelatină se găsește ușor pe piață fiind folosit și la fabricarea hârtiei fotografice.

39 Procedul de prelucrare a plăcilor ofset constă în parcurgerea următorilor pași:

- 41 p1) placa ofset specială (cu acoperire de gelatină) se poziționează cu ajutorul unui sistem de poziționare și se încarcă în imprimantă;
43 p2) imprimanta tipărește imaginea pe placă cu cerneală neagră;
p3) placa tipărită este expusă la lumină UV (ultravioletă) într-un dispozitiv special;
45 p4) placa expusă este introdusă într-o fantă verticală a unui dispozitiv special în care curge apă pentru a se îndepărta cerneala și stratul de gelatină;
47 p5) placa se introduce într-o a doua fantă verticală a aceluiași dispozitiv unde se dezvoltă;

RO 132086 B1

p6) placa se introduce pentru a doua oară în fanta verticală de spălare;	1
p7) placa este gata de utilizare într-o mașină de tipar ofset.	
La tipărirea imaginii pe placă, în pasul p2), picăturile de cerneală sunt absorbite de	3
stratul de gelatină și ținute de acesta ca să nu se împrăștie (fig. 2). La pasul următor, p3),	
când placa este expusă luminii ultraviolete UV (lungime de undă 395 nm), picăturile de	5
cerneală formează o mască a stratului fotosensibil și împiedică razele UV să expună stratul	
fotosensibil (fig. 3). Astfel, porțiunile neexpuse formează zone de imagine pe placa ofset. În	7
continuare, la pasul p4), placa ofset este introdusă într-un dispozitiv de dezvoltare unde, mai	
întâi, este spălată cu apă pentru a se îndepărta cerneala și acoperirea de gelatină (fig. 4),	9
apoi, prin dezvoltare (pasul p5), stratul fotosensibil din zonele expuse este dizolvat de către	
soluția alcalină cu $pH = 13$ (fig. 5), iar la final (pasul p6) placa este spălată iarăși cu apă	11
pentru a se îndepărta soluția alcalină.	
Sistem și metodă de poziționare precisă a plăcilor ofset în imprimantă.	13
Tipografiile ofset folosesc în mod normal patru culori (modelul CMYK - cyan,	
magenta, yellow și black) pentru a obține majoritatea culorilor vizibile pentru ochiul uman.	15
Aceste patru culori sunt tipărite de către mașina de tipar cu câte o placă separată pentru	
flecarea culoare (procedeul de a obține cele patru plăci se cheamă separație de culoare).	17
Este foarte important ca imaginile pe cele patru plăci să fie perfect aliniate, astfel	
încât culorile să se suprapună perfect pe hârtie. La o aliniere defectuoasă a imaginilor de pe	19
plăci tiparul devine neclar. Orice eroare de poziționare de peste 0,1 mm este vizibilă pentru	
ochiul uman, astfel este foarte important ca imprimanta să tipărească imaginea pe placă în	21
același loc, de fiecare dată.	
Imprimanta având un sistem precis de transport hârtie/placă, problema se reduce în	23
a încărcă placa în imprimantă într-un mod precis și repetabil. Pentru aceasta, imprimanta cu	
jet de cerneală 1 este echipată cu un sistem de poziționare inovativ.	25
Sistemul de poziționare conform invenției (fig. 6) se bazează pe trei pini de	
poziționare - pin #1, pin #2 și pin #3 - care se ridică peste nivelul tăvii frontale de poziționare	27
2 când placa 3 ajunge în zona de poziționare. Pini de poziționare sunt axele unor solenoizi	
acționați de o logică simplă care detectează poziția și direcția de mers a plăcii cu ajutorul a	29
doi senzori - senzor #1 și senzor #2 (fig. 7).	
În starea inițială pini pin #1, pin #2 și pin #3 sunt retrași, iar senzorii senzor #1 și	31
senzor #2 urmăresc secvența de stări ale plăcii la încărcare în imprimantă și anume:	
Starea #1: amândoi senzorii - senzor #1 și senzor 2 - văd placa ofset 3 (adică placa	33
3 se află undeva în zona de intrare în imprimanta 1);	
Starea #2: doar senzorul #2, din interior, vede placa 3, acest lucru înseamnă că	35
placa 3 a fost împinsă de operator către interiorul imprimantei 1 astfel încât marginea din	
spate a plăcii 3 să ajungă în zona de poziționare.	37
Detectând secvența de stări de mai sus, sistemul intră în modul de poziționare,	
acționând pini pin #1, pin #2 și pin #3 care ies prin tava frontală 2. În această stare operato-	39
rul trage placa 3 către cei trei pini de poziționare pin #1, pin #2 și pin #3, și dă comanda de	
încărcare la imprimanta 1. Imprimanta 1 prinde placa 3 cu ajutorul rolor de presiune și din	41
acest moment placa 3 se poate considera ca fiind încărcată corect.	
În modul de poziționare senzorii senzor #1 și senzor #2 urmăresc dispariția completă	43
a plăcii 3, ceea ce înseamnă că placa 3 a intrat în imprimanta 1. În acest moment sistemul	
comandă solenoidii să se retragă, ciclul de încărcare al unei plăci se încheie și sistemul de	45
poziționare revine la starea inițială.	

RO 132086 B1

1 Pentru ca sistemul de poziționare conform invenției să funcționeze corect sunt foarte
importante pozițiile de plasare a pinilor pin #1, pin #2 și pin #3 și a senzorilor senzor #1 și
3 senzor #2 pe tava frontală 2. Pozițiile se calculează în felul următor:

5 1. Linia determinată de pinii pin #1 și pin #2 trebuie să fie suficient de aproape de
imprimanta 1 astfel încât placa 3 cu cea mai mică dimensiune uzuală (adică de 370 mm) să
7 poată fi încărcată de către imprimanta 1 din poziția determinată de pinii pin #1 și pin #2.
Condiția este satisfăcută la cel mult 80 mm de la frontul imprimantei. Pentru siguranță s-a
ales valoarea de 75 mm.

9 2. Pinul pin #3 trebuie să fie aliniat cu poziția de început de linie a imprimantei 1
(marcată pe corpul imprimantei).

11 3. Senzorul #1 trebuie să fie la distanță suficient de mare de linia determinată de pin
#1 și pin #2 pentru ca să se evite acționarea solenoizilor atunci când aceștia sunt acoperiți
13 de placa 3; experimental s-a ajuns la valoarea ideală de 15 mm (suficient de mult încât, în
cazul încărcării oblice, niciun colț al plăcii 3 nu poate fi peste solenoid dacă senzorul #1 este
15 neacoperit și în același timp suficient de puțin încât să nu forțeze operatorul să miște placa
3 prea mult înainte-înapoi în procesul de poziționare).

17 4. Senzorul #2 trebuie să fie la o distanță suficient de mare de senzorul #1 pentru ca
din greșeală operatorul să nu împingă placa 3 peste nivelul lui (astfel dezactivând solenoizii),
19 însă suficient de aproape de senzorul #1 ca să nu detecteze, în mod eronat, carcasa
imprimantei 1 în loc de placa 3. Distanța care satisface aceste condiții este de 50 mm (astfel
21 senzorul #2 va fi la o distanță de $75 - 50 - 15 = 10$ mm față de carcasa imprimantei 1, deci
nu îl poate detecta din greșeală).

23 Dispozitiv cu LED-uri UV utilizat la expunerea plăcilor ofset

25 Atunci când se expune o placă ofset într-un dispozitiv cu lumină UV problema care
se ivește este obținerea unei suprafețe cât mai uniform expuse. Considerând o grilă uniformă
27 de LED-uri și un plan care se îndepărtează de ele, se constată că dacă planul este foarte
apropiat de sursele de lumină, intensitatea maximă se obține sub LED-uri, iar măbind distanța
29 expunerea se uniformizează. Deoarece cu creșterea distanței între LED-uri și placa expusă
scade atât eficiența sistemului (lumina disipată crește cu distanța), cât și ergonomia
31 sistemului (care ar trebui să ocupe spațiu cât mai redus), trebuie găsită distanța minimă la
care se obține expunerea uniformă.

33 S-a creat o aplicație informatică care să simuleze iluminarea suprafeței cu diferitele
configurații de LED-uri. Aplicația a demonstrat ipoteza că la o distanță relativ mică (de ordinul
distanței între LED-uri) expunerea se uniformizează, fluctuația expunerii cauzate de grila de
35 expunere scade sub 1%.

37 Pentru a scădea costurile de construcție, s-a folosit numărul minim de LED-uri care
pot expune placa în timpul minim de imprimare (circa 6,5 minute pentru cel mai mic format
de placă). Considerând suprafața maximă de expunere de 700x1000 mm și timpul de
39 expunere de maxim 6,5 minute, empiric s-a stabilit că este nevoie de o putere de circa
100 W. Configurația optimă pentru a obține această putere este folosirea unor benzi 4 de
41 LED cu 60 de LED-uri pe metru, tăiate în bucăți de câte un metru, și amplasate la distanțe
de 16,66 mm între benzi (fig. 8). Astfel suprafața de 700 x 1000 mm este acoperită cu 21
43 benzi 4 a câte un metru, având câte 60 de LED-uri pe bandă.

45 Simularea pe calculator indică că expunerea cea mai uniformă pentru această
configurație geometrică se obține la o distanță de aproximativ 40 mm a plăcii față de LED-uri.

RO 132086 B1

Având distanța, trebuie găsită o compensare pentru faptul că sursa de lumină are dimensiuni finite. Intuitiv, se poate presupune că adăugând benzi în plus pe marginea suprafeței se poate obține o compensare relativ bună. Simularea cu aplicația informatică a determinat că poziția optimă a benzilor de LED-uri adăugate în vederea compensării lipsei dimensiunii infinite se obține în felul următor:	1
- pe latura de 1000 mm, benzile 5 se adaugă în exterior la distanța minimă posibilă (ținând cont de lățimea benzii de 8 mm, pozițiile benzilor 5 adăugate fiind la -8 mm față de prima bandă 4 , respectiv +8 mm față de ultima bandă 4);	3
- pe latura de 700 mm, benzile 6 se adaugă în interior, între primele două și ultimele două LED-uri ale benzilor 4 și 5 .	5
Aplicația informatică de simulare a iluminării suprafeței a demonstrat că configurația prezentată asigură o uniformitate de expunere de $\pm 3\%$ față de media intensității pe o suprafață de 670 x 970 mm.	7
Dispozitivul cu LED-uri UV conform invenției prezintă următoarele avantaje:	9
- LED-urile sunt foarte eficiente;	11
- expunerea este foarte uniformă datorită numărului mare de LED-uri și a configurației geometrice optime;	13
- LED-urile pot fi foarte aproape de placă (înjur de 40 mm), ceea ce scade drastic volumul necesar. Practic, tot sistemul intră într-un sertar.	15
- spre deosebire de sistemele convenționale cu tuburi/becuri fluorescente (la care este nevoie de minute pentru a atinge o intensitate stabilă care să asigure repetabilitatea expunerii), sistemul nu are timp de încălzire.	17
Echipament de dezvoltare a plăcilor ofset	19
Remarcând faptul că tipărirea plăcilor ofset cu imprimante cu cerneală se face cu viteză modestă (6-7 minute în cazul celor mai mici plăci folosite în mod curent) poate fi luat în calcul un echipament de dezvoltare a plăcilor ofset cu o concepție mult simplificată, dar și cu o viteză mai mică decât cea a echipamentelor existente în stadiul actual al tehnicii.	21
Echipamentul de prelucrare a plăcilor conform invenției este alcătuit din două tancuri verticale înguste 7 și 8 (aproximativ 4 cm) în care curg lichide (apă sau substanțe chimice) și în care se introduce, într-o anumită ordine, placa de prelucrat (fig. 9). Unul dintre tancuri este tancul de apă 7 în care în timpul dezvoltării curge în continuu apă. Apa este admisă în tancul 7 printr-o admisie 9 controlată de o electrovalvă și părăsește tancul printr-un punct de evacuare 10 a preaplinului ajungând într-o scurgere. Al doilea tanc 8 conține substanța alcalină necesară dezvoltării plăcilor. O pompă cu magnet recirculă substanțele chimice din tancul 9 prin legătura dintre evacuarea 11 și admisia 12 asigurând amestecarea și distribuția uniformă a acestora în tancul 8 . O pompă de dozare adaugă în tancul 8 substanțe chimice proaspete după dezvoltarea fiecărei plăci prin conectarea sa la admisia 12 . Excesul de substanțe chimice din tancul 8 se elimină prin punctul de preaplin 13 ajungând într-un dren. Întregul echipament este comandat prin intermediul unui afișaj LCD care permite operatorului să stabilească timpul de prespălare, dezvoltare și spălare, emițând semnale sonore și pornind/oprind pompa și electrovalva după fiecare operație. Operatorul informează controller-ul echipamentului de fiecare dată când placa este mutată în următorul tanc, prin apăsarea unui buton.	23
Se prezintă în continuare metoda de creștere a calității printării cu o imprimantă cu jet de cerneală constând din următoarele etape:	25
a) Controlul selectiv al densității obiectelor;	27
b) Modularea dinamică a densității punctului de raster;	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47

RO 132086 B1

- 1 c) Controlul selectiv al cernelii folosite la realizarea punctului de raster;
- 2 d) Selectarea duzelor;
- 3 e) Creșterea calității imaginii prin alegerea liberă a raportului dintre numărul necesar
- 4 de pași pentru obținerea rezoluției și numărul efectiv folosit de pași;
- 5 f) Reducerea matricei de duze;
- 6 g) Suprapunerea benzilor de pixeli.

7 În continuare se descriu în detaliu etapele metodei.

8 Controlul selectiv al densității obiectelor, modularea dinamică a densității punctului

9 de raster și controlul selectiv al cernelii folosite la realizarea punctului de raster

10 Plăcile și filmele inkjet au un strat absorbant de cerneală care este capabil să

11 absoarbă o cantitate relativ mare de cerneală. Capacitatea tipică de absorbție este de circa

12 50-100 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$. Considerând rezoluția de 2880 x 2880 dpi cu picătura minimă de cerneală de

13 3,5 pl a imprimantelor Epson SureColor T, capacitatea de absorbție este aproximativ 25-50%

14 față de cât ar trebui pentru a absorbi o suprafață plină (adică 2880 x 2880 x 3,5 pl pe

15 2,54 x 2,54 cm^2). Astfel, cantitatea de cerneală trebuie redusă substanțial pentru a evita

16 problemele de absorbție (cerneală umedă sau crăpată).

17 Procedura uzuală (folosită de alte soluții software) pentru reducerea cantității de

18 cerneală este eliminarea surplusului de picături printr-o metodă stohastică (adică dacă

19 capacitatea de absorbție este de 30%, atunci se vor elimina 70% din picături).

20 În tabelul din fig. 10 se prezintă procedeul uzual pentru reducerea densității în cazul

21 unui punct de raster mai mic 14 și a unuia mai mare 15. Datorită faptului că picăturile au

22 dimensiunea de 30-40 microni față de dimensiunea nominală (pătratul unui pixel) de 11

23 microni, picăturile se suprapun și acoperă suprafața originală a punctului de raster. Apar însă

24 probleme la margini și la punctele de raster mici (formate din doar câteva picături). După cum

25 se vede pe imaginea din fig. 10, punctul mic de raster **14** se va forma din doar 2 picături de

26 cerneală la o distanță de aproximativ 2,2 pixeli. Deși în mod normal picăturile se suprapun

27 parțial, din cauza impreciziei imprimantei, în multe cazuri cele două picături se îndepărtează

28 și formează două puncte distincte. Similar, și la punctele de raster mari **15** apar „sateliți”,

29 adică picături care ies parțial (în formă de peninsulă) sau complet (în formă de insulă) din

30 punctul de raster compact.

31 Controlul selectiv al densității obiectelor, modularea dinamică a densității punctului

32 de raster și controlul selectiv al cernelii folosite la realizarea punctului de raster se face prin

33 următorii pași:

34 a) Marginile (conturul) punctelor de raster se tratează în mod diferit în comparație cu

35 interiorul lor, configurându-se cu o densitate mai mare a punctelor de cerneală. Acest lucru

36 este posibil deoarece pe suprafețe mici, mai ales la margini, nu se manifestă efecte legate

37 de absorbție. Astfel punctele o să aibă contur clar și bine definit, în timp ce interiorul, unde

38 ar putea să apară problemele legate de absorbție, are densitate mai mică.

39 b) În cazul punctelor de raster mici, care nu au probleme legate de absorbție,

40 densitatea punctelor de cerneală se poate mări, formând astfel puncte compacte. Totodată,

41 cantitatea mai mare de cerneală plasată pe o suprafață mică conduce la întinderea cernelii

42 în formă relativ circulară, rezultând un punct mai mare asemănător punctului produs de un

43 echipament laser. Prin corelarea densității punctelor de cerneală cu dimensiunea punctelor

44 de raster astfel încât densitatea să fie mai mică în cazul punctelor de raster mari și să

45 crească treptat către punctele de raster mai mici, se obține o calitate considerabil mai bună.

46 c) Imprimantele Epson SureColor T au două cartușe de cerneală cu proprietăți

47 diferite. Cerneala MK (Matte Black, adică negru mat) are proprietăți geometrice mai bune (se

48 poziționează mai precis), în timp ce cerneala PK (Photo Black, adică negru foto) are

49 proprietăți de absorbție mai bune (se acceptă în cantitate mai mare de către plăcile ofset).

RO 132086 B1

Aplicarea regulii conform căreia tipărirea conturului punctelor de raster se face cu cerneală MK, iar interiorul lor cu cerneală PK, duce la o îmbunătățire a calității.	1
Imaginile din fig. 11 și 12 ilustrează aplicarea tehnicii de modulație conform invenției.	3
La un raster de 2% (fig. 11) metoda de modulație se aplică astfel: densitatea punctelor de raster este maximă (4 picături) în zona de fundal 16 , conturul 17 al textului (cifra doi) se tipărește cu densitate mărită, iar interiorul lui 18 se tipărește cu densitate redusă. În situația unui raster de 50% (fig. 12) aplicarea metodei se face în felul următor: conturul punctelor de raster se tipărește cu densitate mărită a picăturilor de cerneală, iar interiorul lor, cu densitate redusă.	5
Controlul densității se face cu o curbă continuă, densitatea fiind modulată de dimensiunea punctului de raster (mai precis a procentajului rasterului, cele două fiind corelate).	7
Întreșterea picăturilor de cerneală pentru reducerea efectului de banding, moaraj și zgomot alb	9
Efectul de banding constă în formarea unor benzi de nuanțe ușor diferite pe orizontală datorită erorilor de poziționare ale picăturilor și corelate cu mișcarea orizontală a capului de printare. Fenomenul este strâns legat de felul în care se construiește imaginea finală prin întreșterea benzilor tipărite de capul de imprimare.	11
Imprimantele cu jet de cerneală obișnuite tipăresc imagini cu o rezoluție relativ mică, la o baleiere (trecere) a capului de imprimare. Spre exemplu, imprimanta Epson SureColor T3200 tipărește cu o rezoluție de 720 x 720 dpi la o singură baleiere. Compunerea unei imagini având rezoluția de 2880 x 2880 dpi se face prin întreșterea: capul se deplasează de mai multe ori peste aceeași zonă avansând mediul de printare cu o precizie ridicată (până la 1/2880 inches) și în același timp software-ul de comandă specificând punctul de start al baleierii cu aceeași precizie (1/2880 inches). În maniera aceasta rezoluția de 2880 x 2880 dpi se obține după 16 baleieri ale capului de imprimare.	13
Pentru o bună înțelegere se descrie în continuare tehnica de întreșterea pe un exemplu simplificat. Se știe că imprimantele cu jet de cerneală au un anumit număr de duze, notat aici N, distribuite vertical pe o distanță H (tipic H = 1 inch). Pentru simplitate se consideră N = 8 (fig. 13), în realitate valoarea tipică fiind N = 360 sau N = 720. În fiecare ciclu de imprimare capul face o tură dus-întors pe orizontală, peste lățimea hârtiei, duzele ejectând picături de cerneală cu o frecvență anume astfel încât să poată forma o grilă de puncte pe hârtie într-o bandă de lățime H. De obicei rezoluția imaginii scrise printr-un ciclu este relativ joasă, iar pentru a obține o rezoluție finală mai mare sunt necesare mai multe cicluri succesive, imaginile de rezoluție joasă fiind întreșterute într-o imagine de rezoluție înaltă. Imaginea din fig. 14 ilustrează o metodă de dublare a rezoluției pe orizontală și pe verticală prin 4 pași în felul următor: la pasul 1 tipărirea începe din poziția normală 19 , iar la pasul 2 capul de printare începe scrierea de la o poziție 20 deplasată corespunzător pe orizontală față de pasul 1, astfel dublând rezoluția orizontală. Apoi pașii 3 și 4 sunt o repetare a pașilor 1 și 2 cu hârtia avansată corespunzător (șabloanele diferite de puncte au doar rol de identificare în figură, în cazul de față vorbim doar de cerneală neagră). După completarea benzii de dimensiune H, hârtia se avansează cu lățimea benzii și se începe construirea unei benzi noi.	15
Neajunsul este că dacă imaginea ar fi imprimată în acest fel, ar apărea fenomene puternice de banding. Presupunând că prima duză a capului de printare are un defect de fabricație și trage un pic mai sus decât ar trebui, iar a doua mai jos decât ar trebui, între liniile tipărite cu cele două duze ar apărea o distanță 21 percepută de ochiul uman ca o bandă (așa cum se vede în partea stângă a fig. 15). Totodată, dacă avansul de hârtie este mai mare decât ar trebui, ar apărea o linie albă între primul și al doilea bloc a câte 4 pași, iar dacă avansul este mai mic decât ar trebui, ar apărea o linie de culoare mai închisă din cauza suprapunerii blocurilor de benzi.	17
	19
	21
	23
	25
	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47
	49

RO 132086 B1

1 O îmbunătățire semnificativă a calității se obține prin-o metodă cunoscută, folosită
de toate imprimantele cu jet de cerneală, prin împărțirea avansului H între numărul de pași
3 „n” (adică prin avansuri de aproximativ H/n după fiecare pas). Pentru exemplul considerat
această metodă ar însemna împărțirea avansului H între cei 4 pași, după fiecare pas
5 avansând hârtia cu aproximativ $H/4$ (nu exact $H/4$ deoarece ar exista rânduri peste care nu
trece duză), în acest exemplu avansul optim fiind de 3 rânduri (în loc de $16/4 = 4$). Alegerea
7 unui astfel de pas completată cu schimbarea corespunzătoare a poziției de start pe
orizontală din loc în loc (din 2 în două rânduri) conduce la o întreșere ca cea din fig.16.
9 Aceasta este o întreșere cu avans fix de hârtie și cu redundanță (adică rânduri tipărite cu
2 duze). Picăturile tipărite de o anumită duză sunt marcate cu numărul duzei care a tipărit-o
11 (numerotate aici de la 1 la 8). Un pas tipărește 8 rânduri. Pașii 3, 4, 7, 8, 11, 12 etc. pornesc
de la o poziție **22** deplasată orizontal în vederea dublării rezoluției orizontale. După fiecare
13 pas hârtia avansează cu 3 rânduri. Se observă că există rânduri **23** fără redundanță, în timp
ce în anumite rânduri **24** se suprapun picăturile tipărite în doi pași diferiți. În aceste cazuri
15 de redundanță se vor împărți picăturile între cei doi pași.

Această metodă prezintă mai multe avantaje. Pe de o parte eroarea de avans se
17 distribuie uniform (de exemplu în loc de o linie groasă între două blocuri de 4 pași se obțin
4 linii mai subțiri). Pe de altă parte, nu mai există rânduri consecutive tipărite de o singură
19 duză, ceea ce dispersează eroarea de poziționare a picăturilor, transformând fenomenul de
banding în zgomot alb.

21 Totodată, se remarcă faptul că, câte două duze diferite contribuie la tipărirea pixelilor
din anumite rânduri (fiecare al doilea rând în acest exemplu) în zona construită cu pași
23 uniformi, adică zona din interiorul conturului **25**. Împărțind tipărirea acestor rânduri între cele
două duze disponibile (de exemplu pixelii pari se tipăresc cu prima duză disponibilă, iar cei
25 impari cu a doua duză), se obține o dispersie și mai bună a erorii de poziționare a picăturilor.

În cazuri reale (imprimantă cu 360-720 de duze) avansul între pași este de ordinul
27 zecilor sau sutelor de rânduri (și nu de 3 rânduri, cum avem în acest exemplu), deci la viteză
maximă numărul ideal de pași (4 în exemplul dat) se va aproxima foarte bine. De exemplu,
29 considerând un cap de printare de 1 inch și 360 duze, pentru dublarea rezoluției de la
360 dpi la 720 dpi mărimea ideală a pasului ar fi de $720/4=180$ rânduri; alegând un pas
31 efectiv de 179 de rânduri (care acoperă toate rândurile), numărul de pași necesar atingerii
rezoluției de 720 dpi este egal cu $720/179 = 4,02$.

33 Metoda de întreșere a picăturilor de cerneală pentru evitarea efectelor nedorite
datorate erorilor de poziționare a picăturilor de cerneală sau avansului imprecis al mediului
35 de tipărire conform invenției constă în aplicarea oricăroră dintre următoarelor procedee, luate
câte unul sau în asociere:

37 d) În cazul redundanței alegerea duzei cu care se tipărește pixelul din mulțimea
duzelor disponibile se face cu o metodă stohastică (semi-aleatoare) și nu după o anumită
39 regulă. Astfel interferențele produse de metoda repetitivă utilizată în stadiul actual al tehnicii
(adică de exemplu tipărirea pixelilor pari cu prima duză și a pixelilor impari cu a doua duză)
41 se reduc substanțial.

e) Alegerea liberă a raportului dintre numărul necesar de pași pentru obținerea
43 rezoluției necesare și numărul efectiv folosit de pași.

De exemplu, se consideră că pentru a dubla rezoluția unei imprimante ale cărui duze
45 sunt dispuse pe o distanță H sunt necesari $n=4$ pași de dimensiune $h=H/4$. Dacă însă folosim
5,432 pași (de dimensiune $h=H/5,432$, pasul nou reprezentând 73,6% din pasul inițial h),
47 atunci 73,6% dintre pixeli vor avea o singură duză disponibilă, însă 26,4% vor avea o
redundanță de 2 duze disponibile. O redundanță de acest gen este de obicei suficientă

RO 132086 B1

pentru a sparge repetitivitatea metodei convenționale, și în același timp să introducă suficientă dispersie de eroare pentru a face bandingul invizibil pentru ochiul uman. Imaginea din fig. 15 demonstrează faptul că o dispersie bună, semi-aleatoare a erorii de poziționare a picăturilor de cerneală (similară cu cea produsă de îmbunătățirile descrise mai sus) poate îmbunătăți rezultatul. În timp ce imaginea din stânga dă efect clar de banding orizontal, cea din dreapta pare mult mai uniformă.

f) Reducerea dimensiunii matricii de duze utilizate.

Deși imprecizia poziționării picăturilor pare la prima vedere o proprietate inerentă a imprimantei care nu se poate îmbunătăți din controlul imprimantei, de fapt există o metodă de a crește precizia.

Considerând o unitate ca fiind distanța dintre două duze învecinate, să ne imaginăm că avem o metodă de întretesere care necesită un avans de hârtie de două unități (fig. 17). În acest scenariu, la pasul 4 duza numărul **1** ar trebui să fie aliniată cu picătura scrisă de către duza numărul **7** în pasul 1. Să ne imaginăm totodată că avem o eroare de avans de -10%. Astfel, la pasul 4 hârtia va fi avansată în loc de 6 unități cu doar $6 - 6 \times 10\% = 5,4$ unități, deci rândul scris de duza **1** în pasul 4 va fi deplasat pe verticală cu 0,6 unități față de rândul scris de duza **7** în pasul 1.

Dacă însă folosim doar prima jumătate din duze și avansăm hârtia cu câte 1 unitate (fig. 18), obținem aceeași schemă de întretesere la jumătate de viteză, însă eroarea se va reduce și ea la jumătate, adică la 0,3 unități.

Reducerea dimensiunii matricii de duze utilizate are ca efect nu doar reducerea erorii de poziționare pe verticală, ci și a unei erori de poziționare pe orizontală prezentată în continuare. Imaginile din fig. 19 și 20 ilustrează modul de apariție al acestei erori. Dacă mediul de imprimare nu este perfect paralel cu capul de printare **26**, distanța dintre duzele **27** și mediul de imprimare poate varia. Se consideră că prima duză **27** este la distanța A față de mediul de imprimare, iar ultima duză **27** la distanța B ($A > B$). Ținând cont de faptul că, capul de printare **26** are viteză mare în timpul ejectării picăturilor, picăturile nu cad pe o traiectorie verticală, ci traversează o traiectorie diferită, atingând mediul de imprimare la o anumită distanță față de poziția unde s-a produs ejectarea. Dacă însă distanța traversată de picătura de cerneală pe verticală diferă, poziția atingerii mediului de imprimare pe plan orizontal va fi diferită și ea. În cazul de mai sus, picătura ejectată de către ultima duză traversează distanța verticală mai mică B, atingând mediul de imprimare într-o poziție **28** mai apropiată de poziția ejectării, iar picătura ejectată de către prima duză traversează distanța verticală mai mare A, atingând mediul de imprimare într-o poziție mai îndepărtată **29**. După ce mediul de imprimare va fi avansat progresiv și punctul tipărit de prima duză se va alinia pe verticală cu punctul dipărit de ultima duză, cele două puncte o să aibă o eroare de poziționare pe orizontală (fig. 20).

Este ușor de demonstrat că dacă nu se folosește ultima jumătate de duze (în exemplu, ultimele 4 duze), eroarea orizontală se va reduce substanțial (aproximativ la jumătate).

Astfel se poate afirma că reducerea numărului de duze folosite va atrage după sine reducerea erorii atât pe verticală, cât și pe orizontală.

Reducerea dimensiunii matricii de duze utilizate în vederea îmbunătățirii preciziei picăturilor de cerneală conform invenției se face prin selectarea pentru folosire a primelor duze mai apropiate de rola de presiune (care avansează hârtia/placa și în același timp o ține într-o poziție fixă) și prin eliminarea duzelor de pe partea opusă a capului (unde hârtia/placa ar putea să-și schimbe mai ușor distanța față de cap), alegerea lungimii segmentului de duze

RO 132086 B1

1 folosite fiind la opțiunea operatorului (prin intermediul unui program software), în funcție de
importanța lucrării de realizat. Spre exemplu, pentru lucrări unde calitatea este imperativă
3 se poate folosi primul sfert de duze (dimensiunea matricii utilizate 25%), pentru lucrări
normale o dimensiune mai mare (66%) etc.

5 Dublarea vitezei și alegerea cernelii optime prin folosirea simultană a canalelor
PK și MK.

7 Imprimantele Epson profesionale sunt prevăzute de obicei cu 2 cartușe de cerneală
neagră (PK - photo black și MK - matte black) cu proprietăți diferite (utilizatorul având
9 posibilitatea de a alege cerneala potrivită pentru situația dată). Spre deosebire de majoritatea
modelelor (unde cele două cerneluri sunt legate la un singur canal și imprimanta poate
11 direcționa tipul de negru dorit către acel canal), pe anumite modele (de exemplu, Epson
SureColor T3000) cele două cerneluri sunt legate la canale diferite, și astfel se pot folosi
13 simultan.

Ținând cont de faptul că precizia poziționării picăturilor de pixeli este de ordinul
15 zecilor de microni, iar la 2880 dpi distanța dintre doi pixeli este de circa 9 microni, se pune
întrebarea dacă s-ar vedea vreo diferență dacă pixelii din pozițiile pare și impare s-ar ejecta
17 în aceleași poziții (în loc ca pixelul #1 să fie pe poziția 0, pixelul #2 pe poziția de 9 microni,
pixelul #3 pe poziția de 18 microni etc., pixelul #1 și pixelul #2 ar merge amândoi pe poziția
19 0, pixelul #3 și pixelul #4 pe poziția de 18 microni etc.). Răspunsul empiric este că nu se
sesizează nicio diferență.

21 Pentru exemplificare se consideră desenul din fig. 21. Se presupune că trebuie tipărit
primul rând de pixeli notat în figură cu numărul de referință 30. Asignând canalul **A** (cerneala
23 MK) pixelilor impari și canalul **B** (cerneala PK) pixelilor pari, obținem secvența
01001011010101 din primul rând binar 31 (), unde cifra 1 semnifică utilizarea canalului - pixel
25 ON, iar cifra 0, neutilizarea lui - pixel OFF. În exemplul din figură canalul **A** (cerneala MK) va
tipări secvența 0011000, iar canalul **B** (cerneala PK) secvența 1001111.

27 Astfel, dacă în loc de rezoluția orizontală de 2880 dpi folosim doar 1440 dpi, iar pixelii
pari se tipăresc cu cerneală MK, respectiv pixelii impari cu cerneală PK, se obține o calitate
29 similară la o viteză dublă (întrețeserea făcându-se cu jumătate de pași).

Pe de altă parte se observă că în circa 95-98% din cazuri punctele învecinate de pe
31 pozițiile 2K și 2K + 1 ale unui rând nu sunt amândouă pe ON (controlul de densitate eli-
minând în medie 75% din puncte). Astfel, modulul software care controlează geometria
33 imaginii ar avea libertatea de a alege dacă un anumit pixel se va tipări cu PK sau MK, fiind
constrâns să folosească PK și MK împreună doar în cazul rar (2-5%) în care amândouă sunt
35 pe ON (de obicei anumiți pixeli aparținând unor puncte mici sau unui contur).

Ținând cont de proprietățile diferite ale celor două cerneluri, algoritmul poate să
37 optimizeze folosirea cernelurilor prin următoarea metodă:

mc1) Dacă pixelii de pe pozițiile 2K și 2K+1 sunt setați pe ON, atunci ambele duze
39 PK și MK vor fi folosite;

mc2) Dacă doar unul dintre pixelii 2K și 2K+1 este setat pe ON, atunci folosirea
41 cernelii corespunzătoare se determină astfel:

mc2_a) Dacă pixelul setat pe ON face parte dintr-un contur, atunci se va folosi
43 canalul MK (cerneala MK are proprietăți geometrice mai bune și astfel conturul obiectelor va
deveni mai clar).

45 Din punct de vedere matematic, condiția ca un pixel să aparțină unui contur este
următoarea: în imaginea originală (înainte ca modulația dinamică a densității să fi fost
47 aplicată) să existe cel puțin un pixel alb la o distanță mai mică sau egală cu N pixeli, unde
N este grosimea conturului care se intenționează a fi tipărit cu cerneala MK, așa cum a fost
49 ea stabilită (empiric am stabilit N = 2, adică un contur de 2 pixeli se va tipări cu MK);

RO 132086 B1

mc2_b) Dacă pixelul setat pe ON nu face parte dintr-un contur, atunci se va folosi canalul PK (cerneala PK are proprietăți de absorbție mai bune, prevenind apariția crăpăturilor). 1
3

Există cazuri în care mediul de imprimare nu are probleme de absorbție și folosirea cernelii MK ar fi mai avantajoasă pentru toți pixelii. În acest caz algoritmul se utilizează cu N setat la infinit, adică cerneala MK se folosește preferențial (PK fiind folosit doar în cazul mc1). Această situație este exemplificată în fig. 21, în al doilea rând binar **32**: canalul **A** (cerneala MK) tipărește 1011111, iar canalul **B** (cerneala PK) tipărește 0001000. 5
7

g) Suprapunerea benzilor de pixeli 9

Așa cum s-a menționat anterior, una din cauzele efectului de banding este eroarea de avans a mediului de imprimare. Problema se înțelege cel mai ușor în cazul în care imprimanta lucrează pe rezoluția nativă (adică ar putea să avanseze mediul de imprimare cu lățimea benzii tipărite după fiecare pas). Fig. 22 ilustrează efectul de banding datorat erorilor de avans a mediului de imprimare. Un pas (un avans) prea mic duce la suprapunerea benzilor tipărite, zona suprapusă apărând ca o linie subțire **33** de culoare mai închisă, iar un pas prea mare duce la apariția unor linii albe **34** (unde cele două benzi tipărite nu se ating). O imagine microscopică a aceluiași efect este cea din fig. 23. Între benzile tipărite la pasul 1 și la pasul 2 apare o zonă albă **35** datorată unei erori de avans a mediului de imprimare (avans prea mare). 11
13
15
17
19

Problema și soluția adoptată este similară și în cazul în care imprimanta lucrează la o rezoluție mai mare, dar pentru o înțelegere mai ușoară a problemei vom aborda în continuare doar cazul de rezoluție nativă. 21

Soluția cunoscută în stadiul actual al tehnicii constă în suprapunerea parțială a benzilor (în mod tipic partea inferioară a unei benzi, circa 5-25% din bandă, fiind lăsată să se suprapună cu partea superioară a benzii următoare). Fig. 24 ilustrează suprapunerea parțială a două benzi succesive pentru a dispersa eroarea în 4 rânduri. Suprapunerea se face în mod controlat, pixelii aparținând zonelor suprapuse fiind împărțiți între cele două benzi adiacente (adică dacă un pixel va fi tipărit de banda K, acest pixel va fi lăsat gol în banda K + 1). Astfel, dacă în cazul unui avans mai scurt s-ar produce o bandă subțire și de culoare mult mai închisă, folosind această metodă eroarea se dispersează pe toată suprafața suprapusă, fiind mult mai puțin vizibilă (fig. 25). 23
25
27
29
31

Felul în care eroarea este dispersată depinde de modul de împărțire a pixelilor din zona de suprapunere a celor două benzi adiacente. Metoda de minimizare a efectului de banding, conform invenției, are ca efect o dispersie de eroare care rezultă, în cazul unei erori de avans, într-un degrade continuu (tară salturi de nuanțe). Suprapunerea rândurilor în zona de joncțiune se realizează prin subetapele următoare: 33
35

I) Se stabilește numărul N de rânduri care se suprapun în zona de joncțiune în funcție de procentajul suprapunerii setate de către operator (de exemplu în cazul suprapunerii de 10% și cap de printare cu 720 duze vom obține $N=720/10=72$); 37
39

II) Se calculează procentajul de folosire a unei duze în zona de suprapunere cu o funcție cosinusoidală descrisă prin legea: 41

$$P=1-0,5*[1+\cos(X*\pi/N)]$$

unde: 43

- P reprezintă procentajul în care pixelii dintr-un anumit rând suprapus se tipăresc în pasul curent, restul de pixeli fiind tipăriți în pasul anterior/următor; 45

- X este numărul duzei la care aparține rândul examinat, numerotat de la 1 dinspre exteriorul capului (de exemplu pe un cap de printare cu 720 duze, pentru duzele 1 și 720 obținem $X = 1$, pentru duzele 2 și 719 obținem $X = 2$ etc.); 47

RO 132086 B1

1 - N este numărul total de rânduri suprapuse;

3 III) Se împart pixelii între cei doi pași în mod stohastic astfel: se alege cu o metodă
semi-aleatoare un număr (aferent procentajului P) de pixeli care se păstrează pentru pasul
curent, restul se elimină din pasul curent și se transferă la pasul aferent suprapus.

5 Se dă în continuare un exemplu de suprapunere a benzilor de pixeli. Se presupune
că sunt 10 rânduri suprapuse (N=10). Pentru primul rând se calculează
7 $P=1-0,5*[1+\cos(1*\pi/10)]=2,44\%$, adică 2,44% din pixelii primului rând suprapus se vor tipări
cu prima duză, restul de 97,56%) de pixeli se vor tipări cu duza aferentă pasului anterior.

9 Metoda prezintă avantajul că în situația unui avans prea mic sau prea mare a
mediului de imprimare funcția de repartiție cosinusoidală definită la etapa mj2) asigură o
11 trecere lină de la culoarea originală către culoarea mai închisă (pas prea mic) sau mai
deschisă (pas prea mare), efectul de suprapunere a benzilor fiind foarte puțin vizibil pentru
13 ochiul uman. Pentru a susține această afirmație se consideră exemplul celor două benzi
succesive din fig. 24 care se suprapun parțial pentru a dispersa eroarea în 4 rânduri. Acest
15 exemplu este reluat în fig. 26 cu mențiunea că harta de pixeli este rotită cu 90 pentru a
orienta corect reprezentările grafice **36** și **37** ale funcțiilor de repartizare a pixelilor. O funcție
17 de repartizare arată procentajul în care pixelii dintr-un anumit rând sunt repartizați în pasul
curent. De exemplu, primul rând din zona de suprapunere are procentajul de repartizare de
19 100% (adică toți pixelii sunt repartizați în pasul curent), al doilea rând are procentajul de
repartizare de 65% (adică 65% din pixeli sunt repartizați în pasul curent, iar restul de 35%
21 sunt repartizați în pasul următor) etc.

Să considerăm funcția de repartizare a pixelilor în zona de suprapunere prezentată
23 în fig. 26 în cazul unui avans prea mic al mediului de imprimare. Liniile punctate **38** și **39** din
fig. 27 reprezintă graficele celor două funcții de repartizare, iar linia continuă **40** reprezintă
25 graficul sumei celor două funcții. Funcțiile fiind liniare, suma lor dă o valoare ridicată și
constantă în zona de suprapunere **41**, cu salt brusc la marginile zonei de suprapunere.
27 Imaginea de sub grafic prezintă rezultatul vizual, adică o zonă de suprapunere **42** a celor
două benzi, de nuanță mai închisă și constantă.

29 În mod asemănător fig. 27, fig. 28 prezintă exemplul utilizării funcției de repartizare
cosinusoidale a pixelilor în zona de suprapunere în același caz al avansului prea mic al
31 mediului de imprimare. Suma celor două funcții cosinusoidale **43** și **44** este o funcție netedă
(cu derivată continuă), fără salturi bruște. Vizual, rezultatul seamănă cu un degrade în zona
33 de suprapunere **46**, puțin vizibil pentru ochiul uman.

35 Creșterea calității plăcilor ofset prin utilizarea de seturi de rastere fără interferențe
Rasterul este o grilă regulată de puncte de raster, caracterizat prin frecvența
37 punctelor (în termeni tipografici, liniatură) măsurată în lpi (lines per inch) sau lpc (lines
per cm), respectiv unghiul grilei. Rasterul tipic folosit în tipografia ofset este de 150-175 lpi
(aproximativ 60-70 lpc), unghiurile pentru cele 4 culori (cyan, magenta, yellow și black) fiind
39 de 15, 75, 0 și 45 grade.

41 De obicei pe echipamente laser de calitate bună nu apar probleme în expunerea
rasterelor, aceasta fiind uniformă (deși pe echipamente de calitate mai slabă este și acolo
necesară o optimizare pentru înlăturarea interferențelor).

43 Spre deosebire de echipamentele laser, în cazul imprimantelor cu jet de cerneală
există o multitudine de lucruri repetitive care pot intra în interferență cu grila:

- 45 - avansul repetitiv de hârtie/placă;
- întreteserea care produce rezoluția de 2880 dpi din rezoluția nativă de 720 dpi;
- 47 - însăși rezoluția de 2880 dpi.

RO 132086 B1

Astfel, rasterul produs de către imprimantă are tendința de a produce interferențe (în termeni tipografici, moaraj) manifestându-se prin linii orizontale, verticale, oblice, fenomene gen tablă de șah etc, adeseori vizibile doar pe anumite nuanțe.	1 3
Unele dintre metodele care fac obiectul prezentei invenții ajută la înlăturarea sau la diminuarea fenomenelor repetitive prin dispersia stohastică a erorilor și astfel, efectul de moaraj este semnificativ redus, însă totuși este clar vizibil.	5
Este cunoscut faptul că interferențele sunt dependente de frecvențele și unghiurile de raster. Prin urmare, putem presupune că anumite frecvențe și unghiuri de raster vor prezenta mai puțin moaraj. Făcând experimente în acest sens, s-a constatat că există rastere care nu au moaraj vizibil.	7 9
Situația este cu atât mai complicată cu cât rasterele de cyan, magenta și black trebuie să aibă frecvențe egale și unghiuri la diferențe de exact 30 grade între ele pentru a nu produce, la rândul lor, interferențe între culori. Astfel, trebuie găsite seturi complete de cyan, magenta și black care pe de o parte satisfac cerințele de mai sus privind frecvența și unghiurile, iar pe de altă parte niciunul dintre cele trei rastere să nu aibă moaraj vizibil. Rasterul de galben este mai puțin pretențios, frecvența galbenului având un interval mai larg în care produce rezultat corect.	11 13 15 17
Prin testarea a sute de rastere tipărite fizic am găsit seturi de rastere pentru liniaturile uzuale de la 70 lpi până la 175 lpi, toate având moaraj invizibil sau foarte puțin vizibil. Rezultatele sunt prezentate în tabelul din fig. 29.	19
Creșterea calității plăcilor ofset prin optimizarea formei punctului de raster pentru imprimante inkjet	21
Forma punctului de raster are o importanță deosebită în cazul tehnologiei inkjet datorită erorii de poziționare și a dimensiunii picăturii mult peste cea ideală. Un punct de raster avantajos pentru tehnologia inkjet trebuie să satisfacă următoarele cerințe:	23 25
- punctele mici să fie perfect rotunde (forma care își schimbă suprafața cel mai puțin în cazul unor erori de poziționare a picăturilor);	27
- din cauza picăturii foarte mari, punctele vor începe să se atingă începând de la o nuanță de 30% (pe un echipament laser, unde dimensiunea punctului de laser este apropiată de dimensiunea ideală, acest lucru s-ar întâmpla în jurul procentajului de 50%). Astfel, la nuanța de 30% punctele trebuie să aibă o formă ușor eliptică pentru a se atinge prima dată pe 2 colțuri și doar pe la 35% pe restul de 2 colțuri (astfel dispersând șocul cauzat de atingerea punctelor);	29 31 33
- imediat după ce punctele se ating, trebuie să ne întoarcem cât se poate de repede la forme simetrice pe axele X și Y (pătrat, cerc) astfel încât să se ajungă la cercuri perfecte la o nuanță de 60%, cercul fiind forma care își schimbă suprafața cel mai puțin din cauza unor erori de poziționare a picăturilor.	35 37
Formele de puncte uzuale în domeniul tipografic (cerc, pătrat, euclidian, eliptic) nu satisfac cerințele de mai sus. Acesta este motivul pentru care am creat un hibrid între forma de punct euclidian și eliptic astfel: pentru nuanțe în zona 30-45% punctul se comportă ca un punct eliptic (pentru ca punctele să se atingă în două trepte, la câte două colțuri, spre deosebire de punctul euclidian care se atinge la patru colțuri deodată), însă sub 20% și peste 50% se comportă ca un punct euclidian, iar la nuanțele de 20-30%) și 45-50% fiind tranziții de la o formă la alta. Rezultatul este prezentat în imaginea din fig. 30.	39 41 43
Se remarcă cu ușurință faptul că cea mai mare parte a metodelor noi de îmbunătățire a calității plăcilor ofset prezentate în invenția de față (metoda de modulare dinamică a densității punctului de raster, metoda de întrețesere a picăturilor de cerneală pentru reducerea efectului de banding, moaraj și zgomot alb, metoda de dublare a vitezei de imprimare	45 47

RO 132086 B1

- 1 prin folosirea simultană a canalelor PK și MK, procedeul de suprapunere parțială a benzilor
2 prin utilizarea unei funcții cosinusoidale pentru repartizarea duzelor cu care se tipăresc pixelii
3 în zona de joncțiune a doi pași succesivi) sunt aplicabile proceselor de tipărire cu imprimante
4 cu jet de cerneală în general, nu doar în cazul particular al imprimării plăcilor ofset.
- 5 Invenția de față prezintă, în comparație cu stadiul actual al tehnicii, următoarele
6 avantaje:
- 7 - creșterea calității imaginii transpuse pe mediul de printare în general, și pe plăcile
8 ofset în particular, obținute prin tehnologia inkjet;
- 9 - reducerea costurilor de obținere a plăcilor ofset prin tehnologia inkjet;
10 - reducerea volumului sau a complexității unor echipamente (dispozitiv cu LED-uri
11 UV, echipament de dezvoltare a plăcilor);
- reducerea consumului de energie.

RO 132086 B1

Revendicare

1. Metodă de creștere a calității printării cu o imprimantă cu jet de cerneală caracterizată prin aceea că cuprinde următoarele etapele: 3
- a) se realizează controlul selectiv al densității obiectelor, marginile obiectelor se configurează cu o densitate mai mare a picăturilor de cerneală în comparație cu interiorul lor astfel încât să se obțină un contur bine definit al obiectelor și să se evite problemele de absorbție a cernelii în interiorul lor; 5
- b) se realizează modularea dinamică a densității punctului de raster, densitatea picăturilor de cerneală se corelează cu dimensiunea punctelor de raster astfel încât densitatea să fie mai mică în cazul punctelor de raster mari și să crească treptat către punctele de raster mai mici; 9
- c) se realizează controlul selectiv al cernelii folosite la realizarea punctului de raster, se aplică în cazul imprimantelor care dispun atât de cartuș de cerneală negru mat, cu proprietăți geometrice mai bune, cât și de cartuș negru foto, cu proprietăți de absorbție mai bune și constă în tipărirea conturului punctelor de raster cu cerneală negru mat, iar interiorul lor cu cerneală negru foto; 13
- d) se realizează selectarea duzelor, în cazul în care mai multe duze sunt disponibile pentru tipărirea unui pixel, se folosește o metodă stohastică pentru a determina duza cu care se tipărește acel pixel; 19
- e) se alege liber raportul dintre numărul necesar de pași pentru obținerea rezoluției și numărul efectiv folosit de pași; 21
- f) se realizează reducerea matricei de duze, se reduce matricea de duze utilizate prin selectarea zonei, dorite de către operator prin intermediul unui program software, în funcție de importanța lucrării de realizat; 23
- g) se realizează suprapunerea benzilor de pixeli realizată în următoarele subetape:
- i) se stabilește numărul N de rânduri care se suprapun în zona de joncțiune; 27
- ii) se calculează procentajul de folosire a unei duze în zona de suprapunere cu o funcție cosinusoidală descrisă prin legea: 29
- $$P = 1 - 0,5 * [1 + \cos(X * \pi/N)]$$
- unde P reprezintă procentajul în care pixelii dintr-un anumit rând suprapus se tipăresc în pasul curent, restul de pixeli fiind tipăriți în pasul anterior/următor, X este numărul duzei la care aparține rândul examinat, iar N este numărul total de rânduri suprapuse; 33
- iii) se împart pixelii între cei doi pași în mod stohastic astfel: se alege cu o metodă semi-aleatoare un număr de pixeli, aferent procentajului P, care se păstrează pentru pasul curent, restul se elimină din pasul curent și se transferă la pasul aferent suprapus. 35

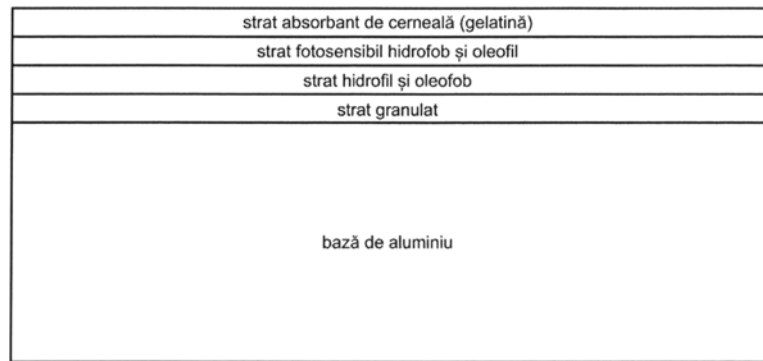


Fig. 1

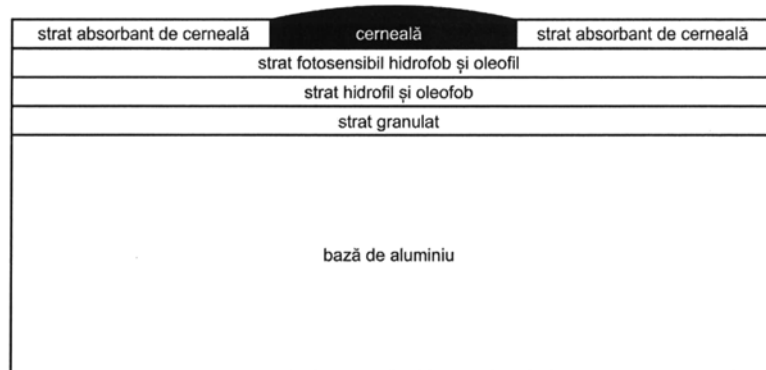


Fig. 2

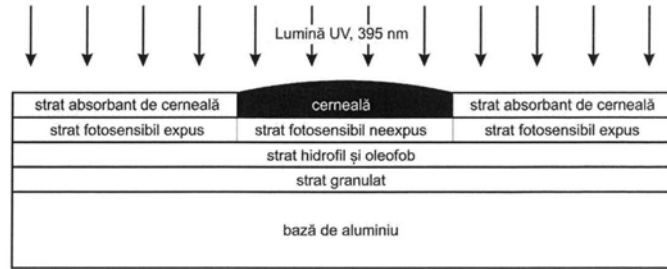


Fig. 3

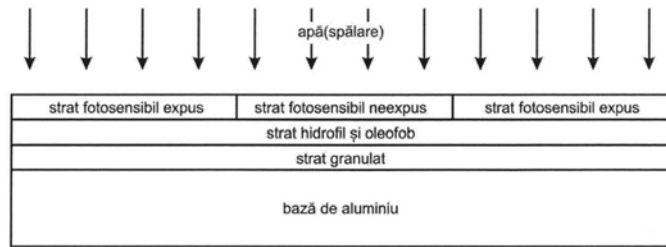


Fig. 4

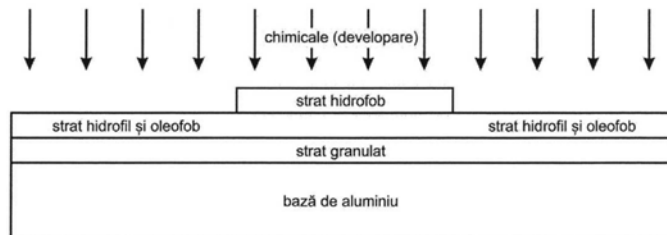


Fig. 5

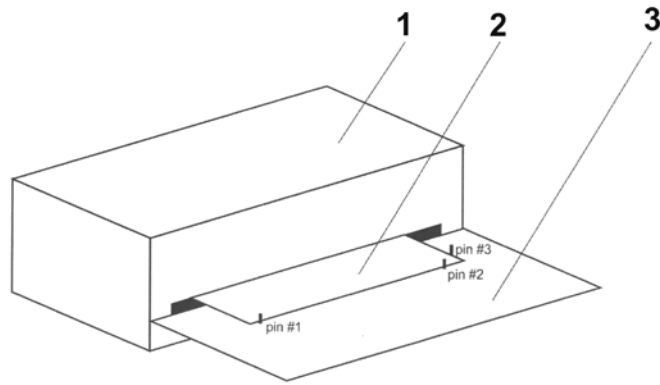


Fig. 6

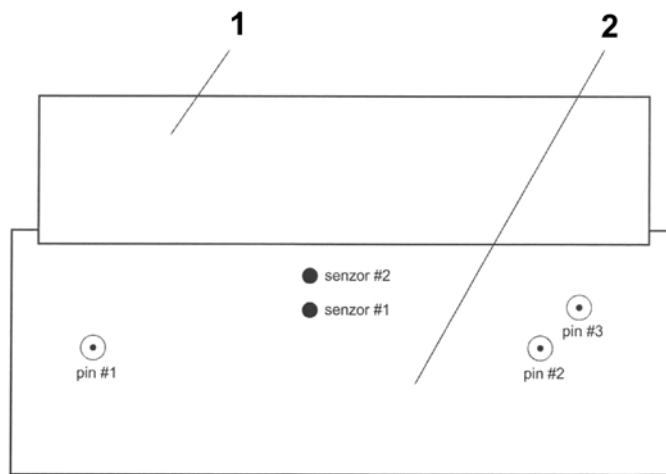


Fig. 7

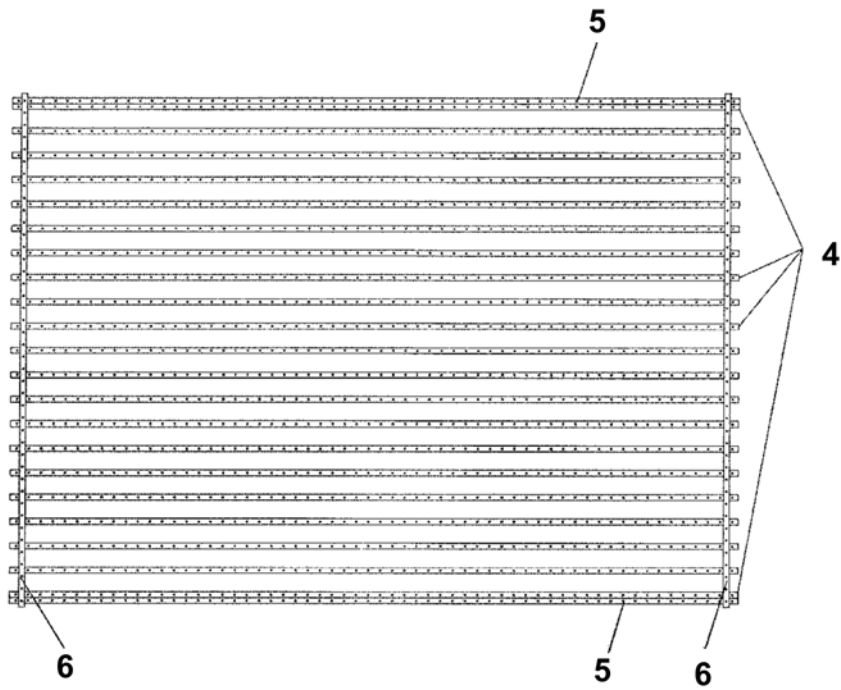


Fig. 8

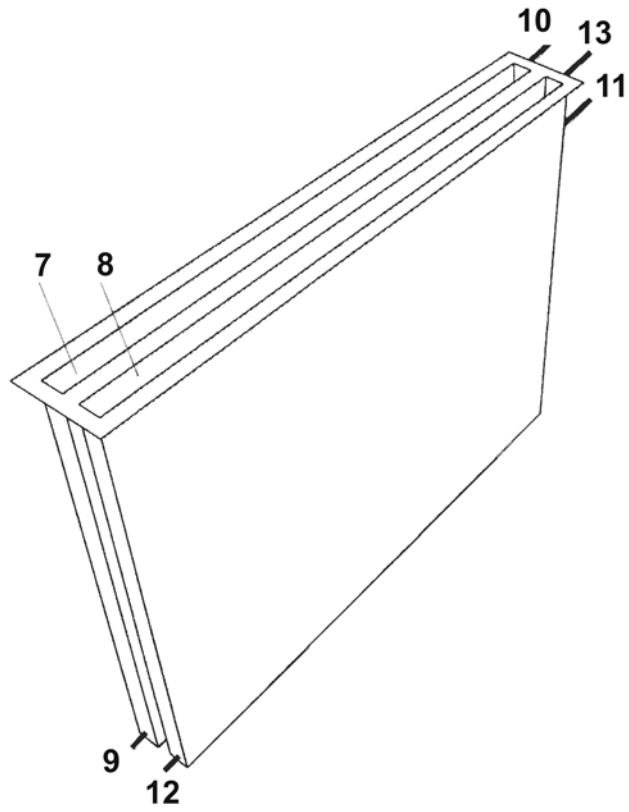


Fig. 9

	Punctele originale de raster	Surplusul de picături marcate pentru eliminare	Rezultatul după eliminarea picăturilor
14			
15			

Fig. 10

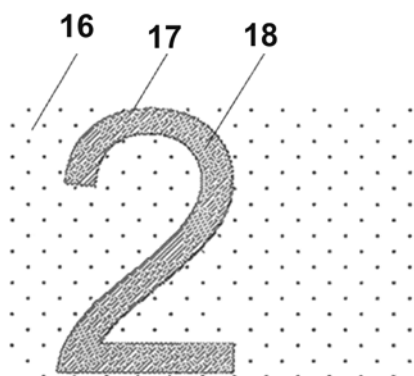


Fig. 11

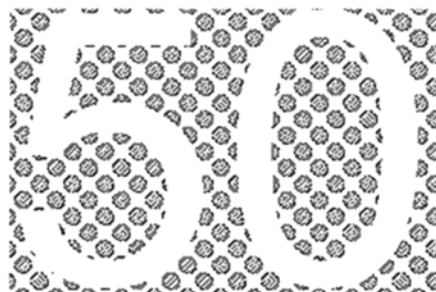


Fig. 12

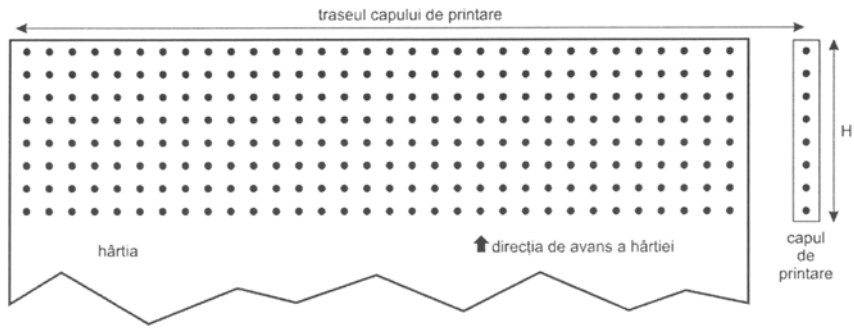


Fig. 13

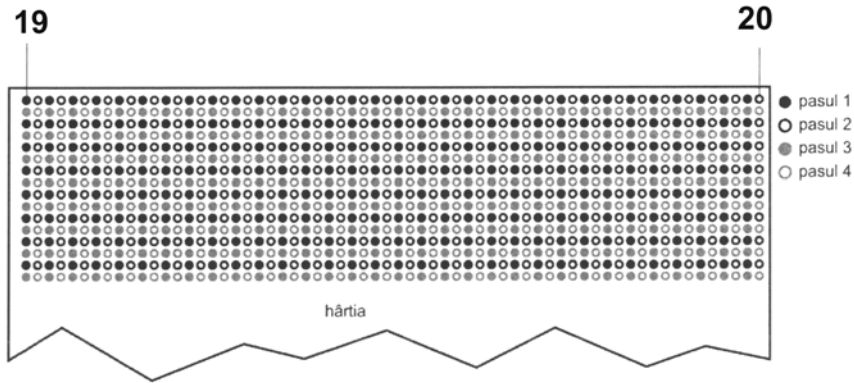


Fig. 14



Fig. 15

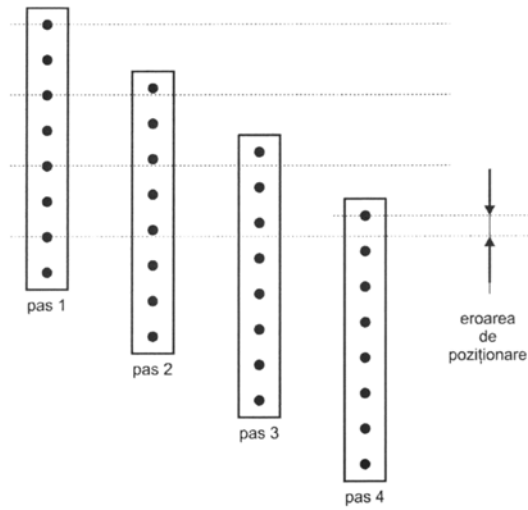


Fig. 17

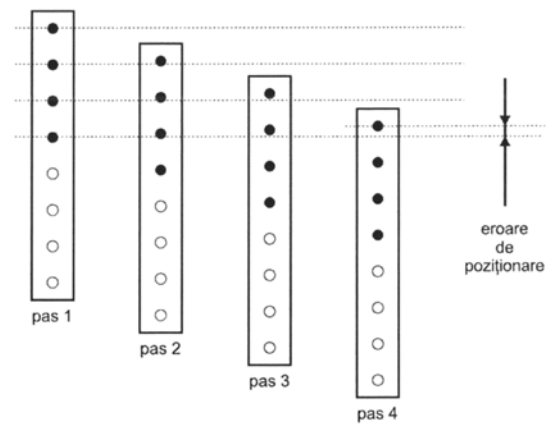


Fig. 18

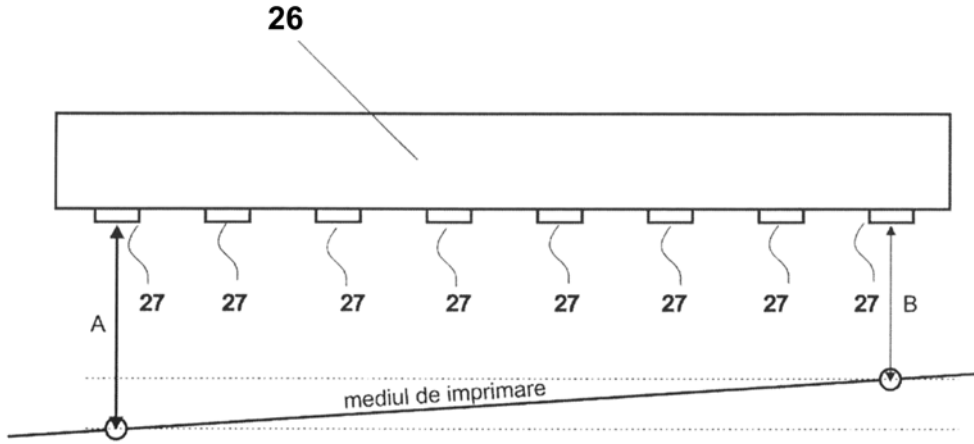


Fig. 19

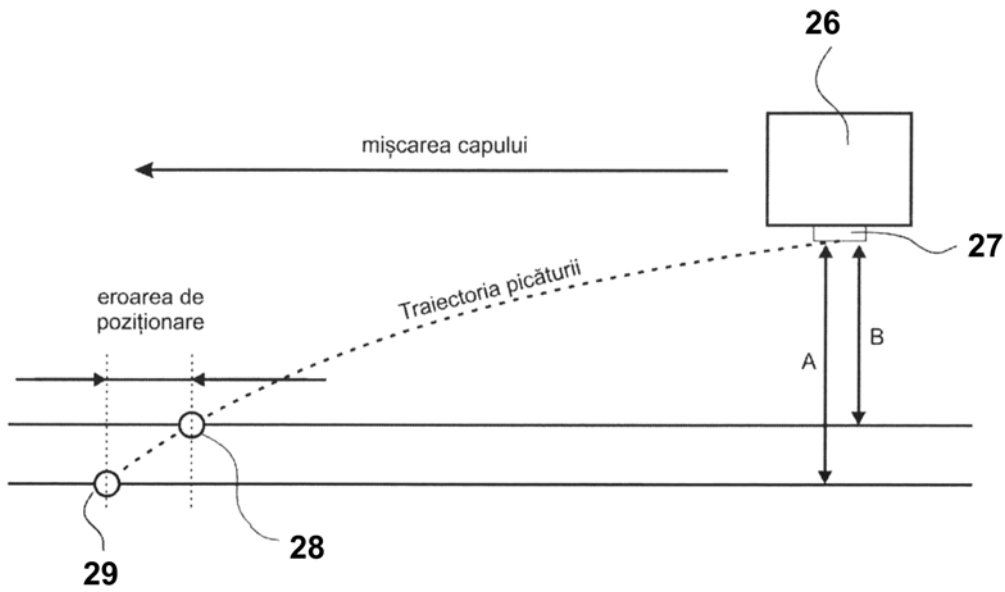


Fig. 20

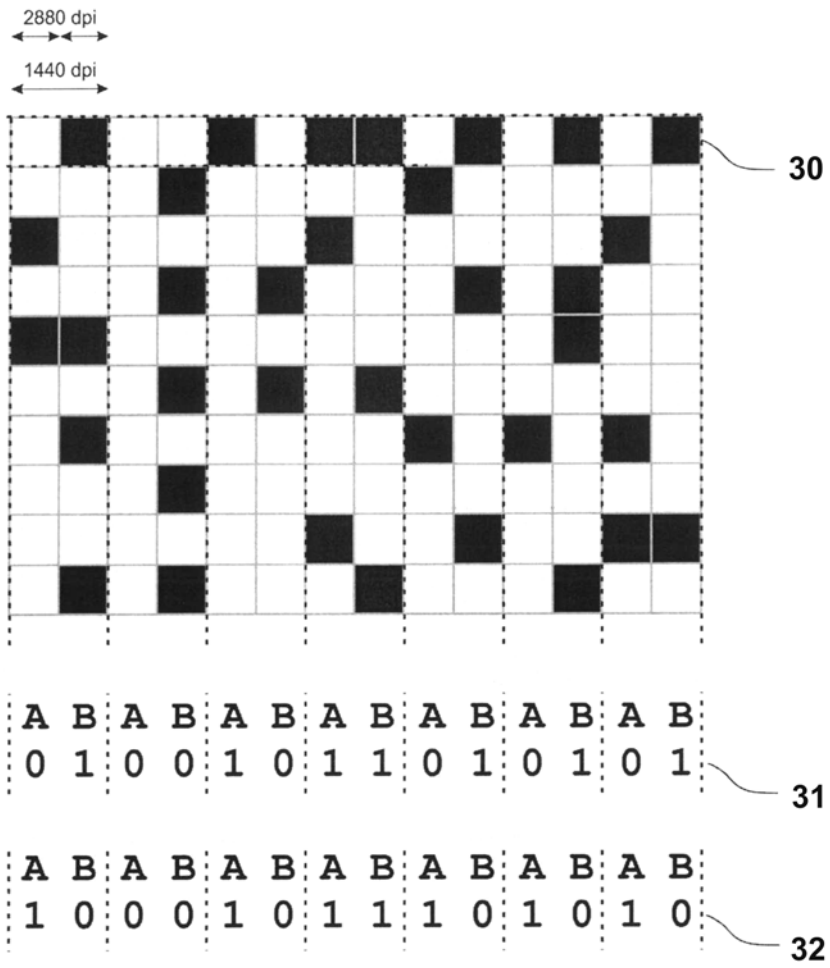


Fig. 21

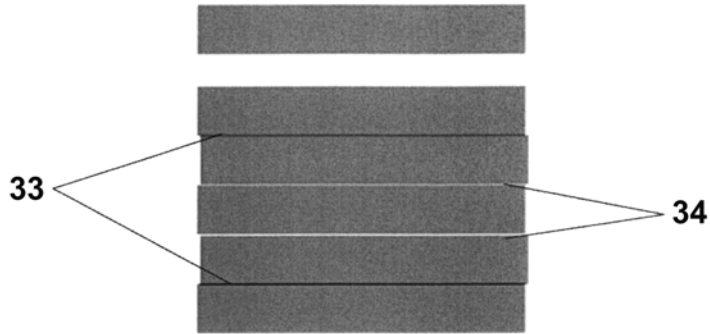


Fig. 22

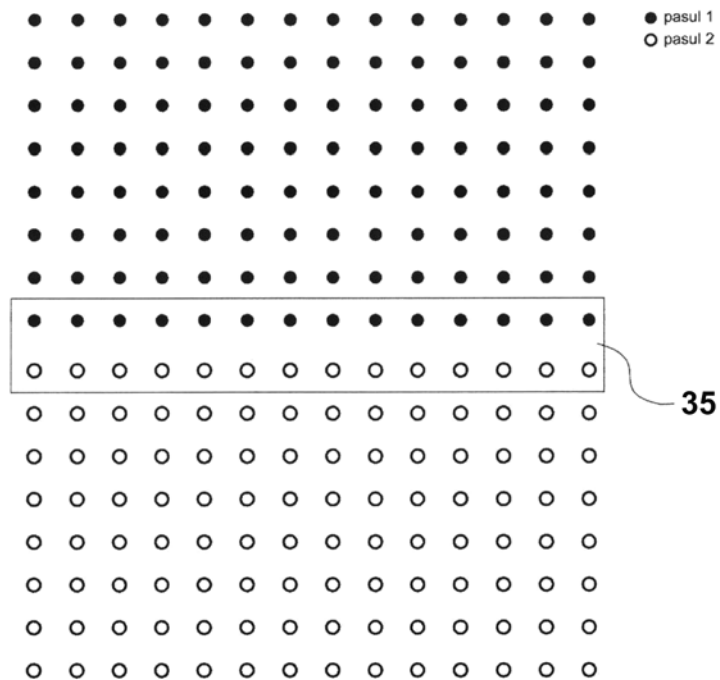


Fig. 23

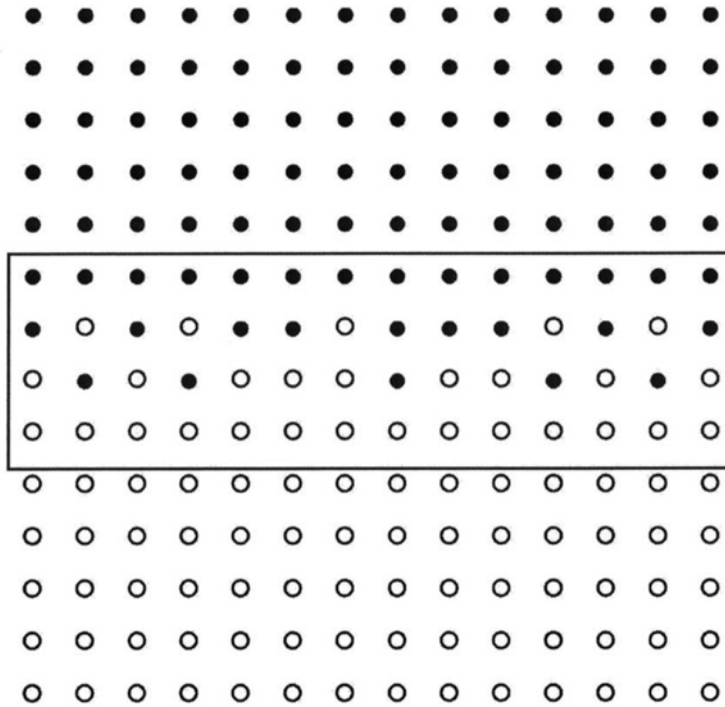


Fig. 24

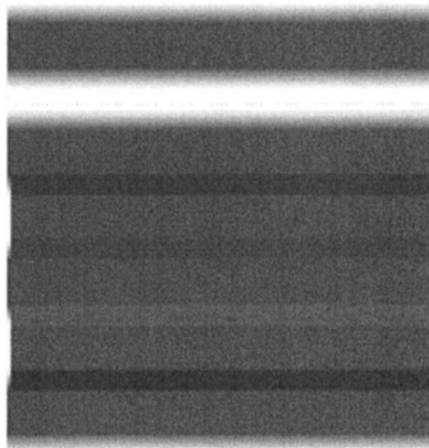


Fig. 25

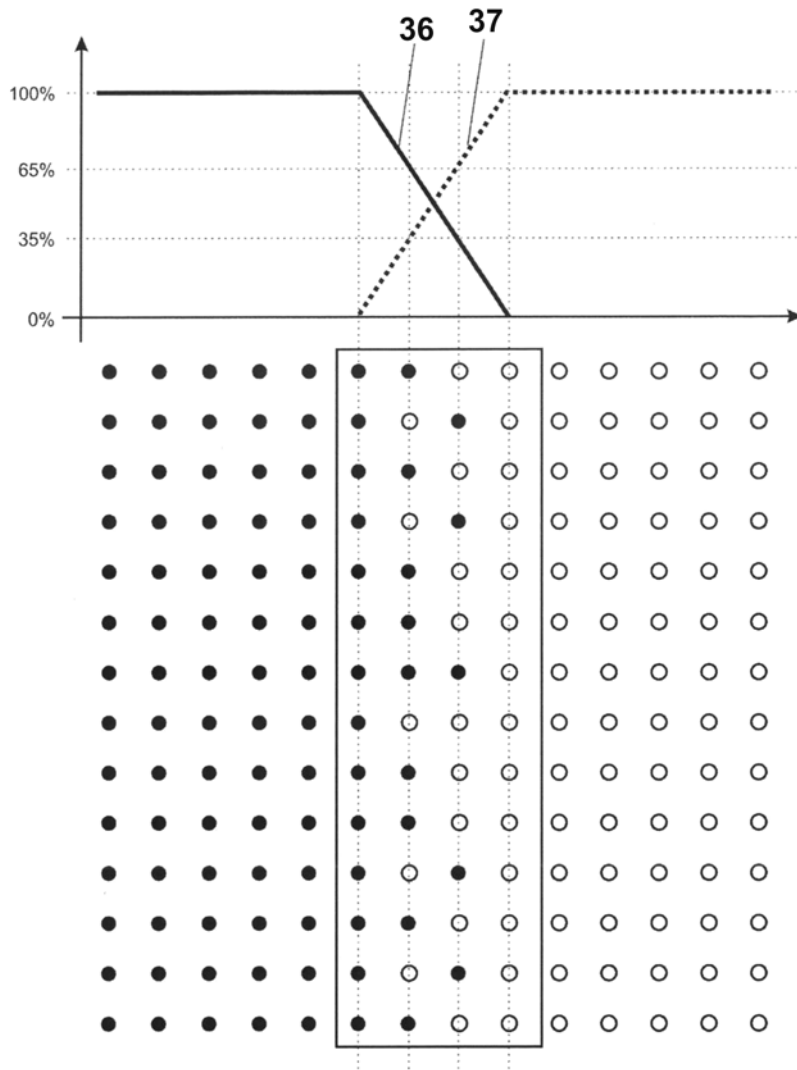


Fig. 26

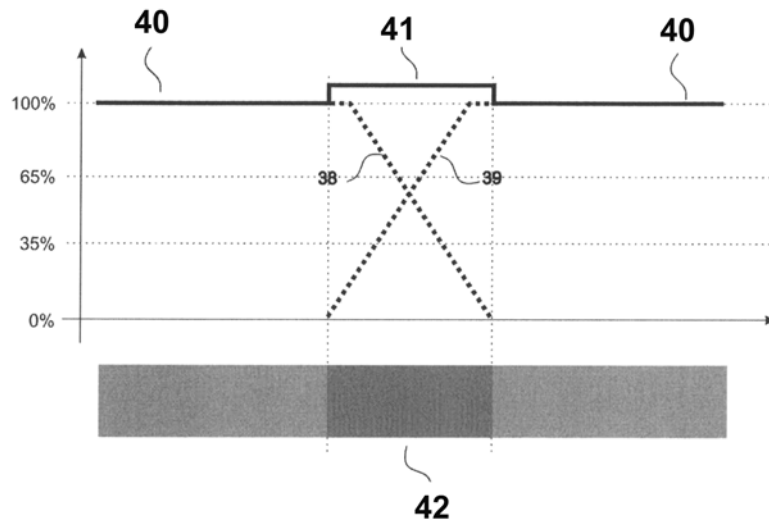


Fig. 27

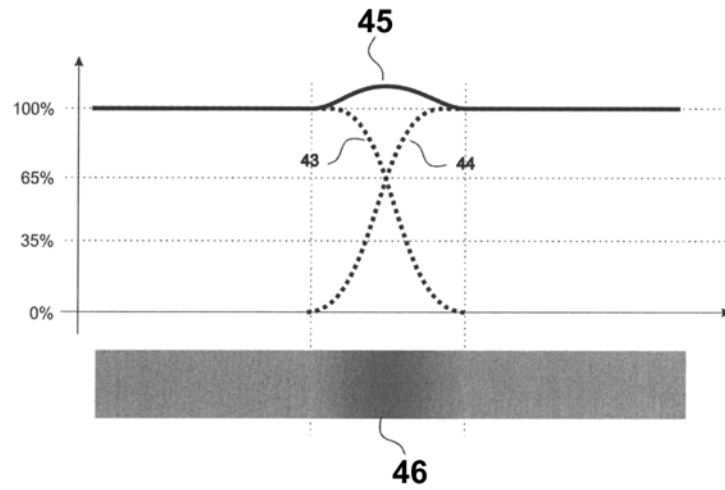


Fig. 28

	Cyan	Magenta	Black	Yellow
70 lpi	71.79 lpi, 7.5°	71.79 lpi, 67.5°	71.79 lpi, 37.5°	78.00 lpi, -7.5°
85 lpi	86.51 lpi, 7.5°	86.51 lpi, 67.5°	86.51 lpi, 37.5°	95.64 lpi, -7.5°
100 lpi	107.11 lpi, 7.5°	107.11 lpi, 67.5°	107.11 lpi, 37.5°	109.93 lpi, -7.5°
133 lpi	132.84 lpi, 7.5°	132.84 lpi, 67.5°	132.84 lpi, 37.5°	149.41 lpi, -7.5°
150 lpi	153.85 lpi, 7.5°	153.85 lpi, 67.5°	153.85 lpi, 37.5°	167.47 lpi, -7.5°
175 lpi	178.50 lpi, 7.5°	178.50 lpi, 67.5°	178.50 lpi, 37.5°	189.37 lpi, -7.5°

Fig. 29

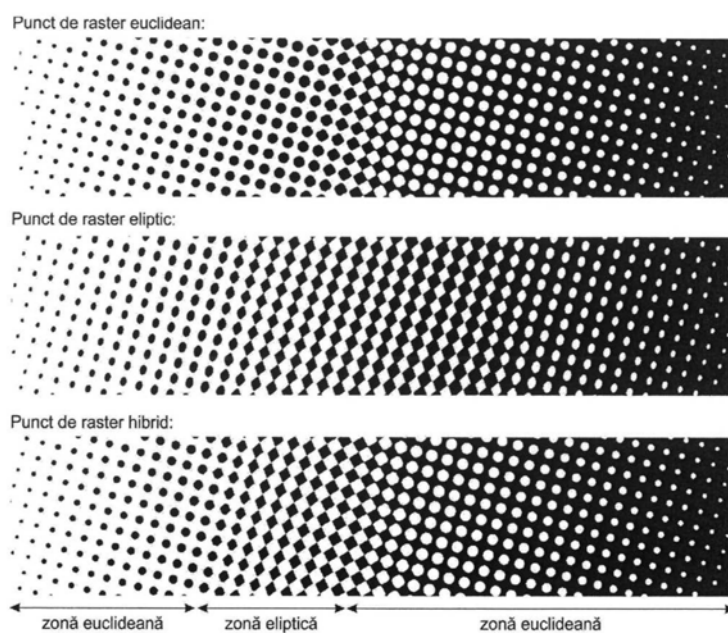


Fig. 30

