

Dispositius de visualització i impressió

Sílvia Pujalte Piñán

PID_00168725

Temps mínim previst de lectura i comprensió: **2 hores**



Índex

Introducció	5
Objectius	6
1. Dispositius de visualització	7
1.1. Monitors CRT	7
1.2. Monitors TFT/LCD	8
1.3. Monitors de plasma	10
1.4. Monitors OLED	11
2. Dispositius d'impressió	13
2.1. Color i impressores	13
2.2. Resolució i impressores	15
2.3. Impressores de tecnologia làser	15
2.4. Impressores d'injecció de tinta	15
2.5. Altres tipus d'impressores	16
Resum	18

Introducció

Totes les imatges digitals que hem estat estudiant fins ara només tenen sentit quan les visualitzem, bé en una pantalla, bé impreses en un suport físic; mentre no les visualitzem només són dades emmagatzemades. En aquest mòdul repassarem alguns dels mitjans de visualització i impressió més habituals.

En el primer apartat veurem els sistemes de visualització, fonamentalment monitors d'ordinador, classificats per la tecnologia que empren per a generar les imatges: CRT, LCD, plasma i OLED. El segon apartat el dedicarem als sistemes d'impressió; veurem com es generen els colors, comparant els sistemes de color RGB i CMYK i, a continuació, descriurem les dues famílies d'impressores més importants, de tecnologia làser i d'injecció de tinta.

Objectius

Els principals objectius d'aquest mòdul són:

1. Descriure els dispositius de visualització d'imatges d'ús més freqüent.
2. Descriure els dispositius d'impressió d'imatges d'ús més freqüent.

Aquests objectius estan relacionats amb les competències de l'assignatura següents:

- C. Capacitat de discriminar les opcions factibles de les que no ho són en un estudi d'especificacions d'un projecte, sistema o tasca.
- D. Capacitat de visualitzar i imprimir imatges de forma eficaç i eficient.

I amb les competències generals del grau següents:

4. Capacitat per adaptar-se a les tecnologies i als futurs entorns actualitzant les competències professionals.
12. Capacitat per integrar i gestionar continguts digitals en aplicacions multimodals d'acord amb criteris estètics, tècnics i funcionals.
23. Capacitat d'analitzar un problema en el nivell d'abstracció adequat a cada situació i aplicar les habilitats i coneixements adquirits per a abordar-lo i resoldre'l.

1. Dispositius de visualització

Com hem anat veient durant el curs, una imatge digital s'emmagatzema a l'ordinador com una matriu, cada element de la qual conté una xifra associada amb un nivell de gris o un color; per visualitzar la imatge cal un dispositiu que converteixi aquestes xifres en colors. Avui dia hi ha pocs dispositius de visualització específics per imatges monocromàtiques, però sabem que tres components de color iguals donen lloc a un nivell de gris, per tant quan ens referim a *colors* inclourem també, si no es diu el contrari, els nivells de gris. En aquesta apartat classificarem els dispositius de visualització en funció de la tecnologia utilitzada per generar els colors.

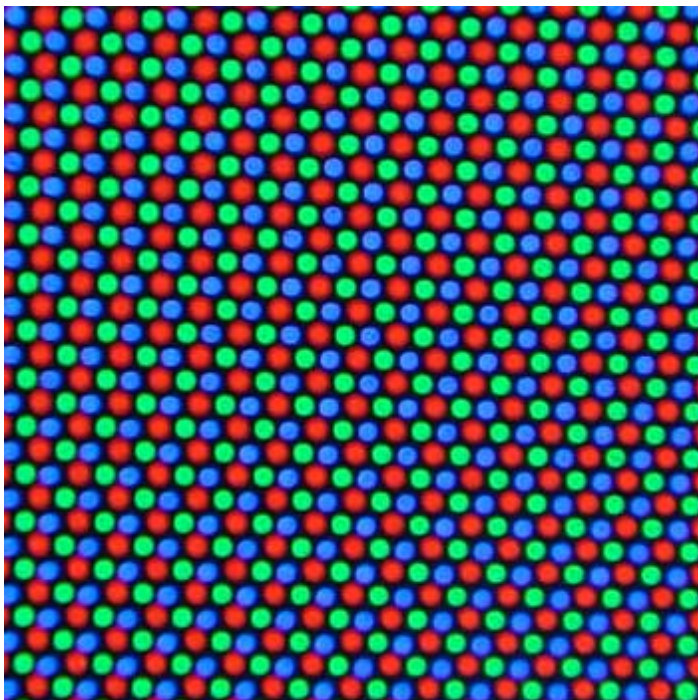
1.1. Monitors CRT

Els primers monitors utilitzats extensament amb els ordinadors són els de tub de raigs catòdics¹, la mateixa tecnologia utilitzada pels televisors; val a dir que la majoria de fabricants ha deixat de fer-los i estan pràcticament desapareguts del mercat. Tot i així, i per la importància que han tingut durant dècades, hi dedicarem un espai.

⁽¹⁾En anglès, *Cathode Ray Tube* (CRT)

La tecnologia CRT aprofita la propietat dels materials fosforescents d'emetre llum quan s'exciten amb electrons. En un monitor CRT la cara interna de la pantalla està recoberta per una malla de cèl·lules, cada cèl·lula formada per tres compostos fosforescents diferents (no necessàriament derivats del fòsfor, que s'utilitza poc per la seva toxicitat) que quan s'il·luminen ho fan amb les tres longituds d'ona de les components de color RGB; a la figura 1 se'n mostra un detall. Tres feixos d'electrons, un també per cada component de color, es projecten contra la pantalla, excitant una cèl·lula (és a dir, un píxel); la intensitat de cada component és proporcional a la intensitat del feix d'electrons, generant-se així els colors de cada píxel de la imatge.

Figura 1. Detall d'una pantalla CRT



Per formar una imatge a la pantalla, cal que el feix l'escombri des de l'angle superior esquerre, línia a línia, fins arribar a l'angle inferior dret. Donat que cada cèl·lula resta il·luminada un determinat temps, que es coneix com a *persistència*, caldrà que l'escombrat es repeteixi a una freqüència prou alta com perquè l'ull humà percebi la imatge com a fixa, sense oscil·lacions. Aquesta freqüència, anomenada de refresc, és una de les característiques dels monitors; no hauria d'estar per sota de 60 Hz (60 refrescs per segon) i és recomanable que sigui superior a 80 Hz.

Un altre paràmetre característic del monitor és la separació entre cel·les (*dot pitch*), que sol ser de 0,25-0,31 mm; aquest paràmetre condiciona la resolució de la pantalla, com més junts els punts més alta la resolució. La resolució s'expressa en píxels horitzontals per píxels verticals.

La tecnologia CRT s'empra també en projectors, una altra possible eina de visualització d'imatges, en què es projecta la imatge sobre una pantalla, com es projectaven les diapositives.

1.2. Monitors TFT/LCD

Així com els monitors CRT es basen en les propietats fosforescents d'alguns materials, el funcionament dels monitors LCD² es basa en les propietats dels cristalls líquids. Aquests materials tenen característiques comunes amb els cristalls pel que fa al seu comportament en presència de llum i amb els líquids pel que fa a la seva fluïdesa.

Resolució de pantalla

Els valors típics de resolució de pantalla han anat augmentant des dels 640 × 480 de les pantalles amb tecnologia VGA fins als 1.920 × 1.200 de les pantalles amb tecnologia WUXGA.

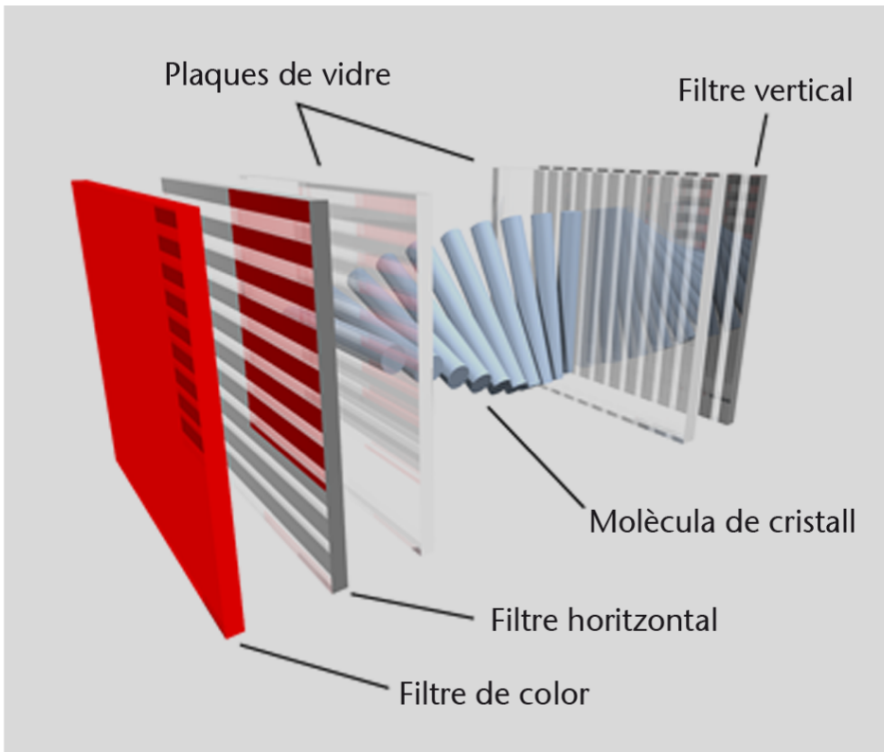
Canó

Si us és familiar el terme *canó* per referir-se als projectors, el seu origen és precisament el canó o tub de raigs catòdics.

⁽²⁾LCD és la sigla de *Liquid Crystal Display*.

En els monitors LCD la pantalla està formada per cel·les de cristall líquid (figura 2), cada cel·la es correspon a un píxel, i el control de la llum es fa mitjançant camps elèctrics que modifiquen l'orientació de les molècules del cristall, amb el que permet o no el pas de la llum; el color s'obté mitjançant tres filtres, un per cada component RGB.

Figura 2. Detall d'una cèl·lula de cristall líquid



El control dels píxels en els monitors LCD millora quan s'hi incorpora la tecnologia TFT³, cosa que fa que la qualitat de la imatge millori respecte a models anteriors. Cal advertir, però, que tot i que sovint es parli de monitors TFT aquesta nomenclatura n'abreuja el nom complet, LCD/TFT; és a dir, "LCD amb tecnologia TFT".

⁽³⁾TFT és la sigla de *Thin Film Transistor*.

Així mateix, els monitors LED⁴, d'àmplia difusió actualment, són una altra variant dels monitors LCD, que milloren la il·luminació de la pantalla. No s'han de confondre amb els monitors OLED, que veurem més endavant i sí desenvolupen una nova tecnologia.

⁽⁴⁾LED és la sigla de *Light Emitting Diode*.

Pel que fa a les característiques dels monitors LCD, la seva resolució ve donada pel nombre de cel·les de cristall líquid, i és fixa, no es pot configurar com es pot fer, dintre d'uns margens, amb els monitors CRT; quan configurem el monitor LCD del nostre ordinador a una resolució diferent de la nativa el que estem fent en realitat és una emulació. És difícil de donar valors típics quan contínuament s'està desenvolupant la tecnologia, però podem citar, per exemple, una

resolució de 1.280×1.024 per a un monitor de 17". Fixem-nos que la relació d'aspecte s'aparta lleugerament de la relació 4:3 típica dels monitors CRT; es fan servir diferents formats, essent el més freqüent 16:9 (format panoràmic).

Pel que fa a la velocitat de refresc, val a dir que en monitors LCD/TFT no té raó de ser perquè no hi ha el problema de persistència que hi ha amb els CRT; sovint s'esmenta aquest valor en les especificacions tècniques del monitor, però té a veure amb la capacitat de seguir el senyal de vídeo, pel que no ens afecta si visualitzem imatges.

La majoria de les pantalles que fem servir avui dia per visualitzar imatges són LCD/TFT: el display de la càmera de fotos, el del reproductor de vídeos, la pantalla del ordinador, el televisor, el marc de fotos digital... Hi ha una gran varietat de mides. Comparant les pantalles d'ordinador amb les CRT, observem que a igualtat de mida nominal la superfície de visualització de les pantalles TFT és més gran, ja que no tenen la pèrdua que tenen les primeres. També, com en el cas de la tecnologia CRT, la tecnologia LCD s'utilitza en projectors.

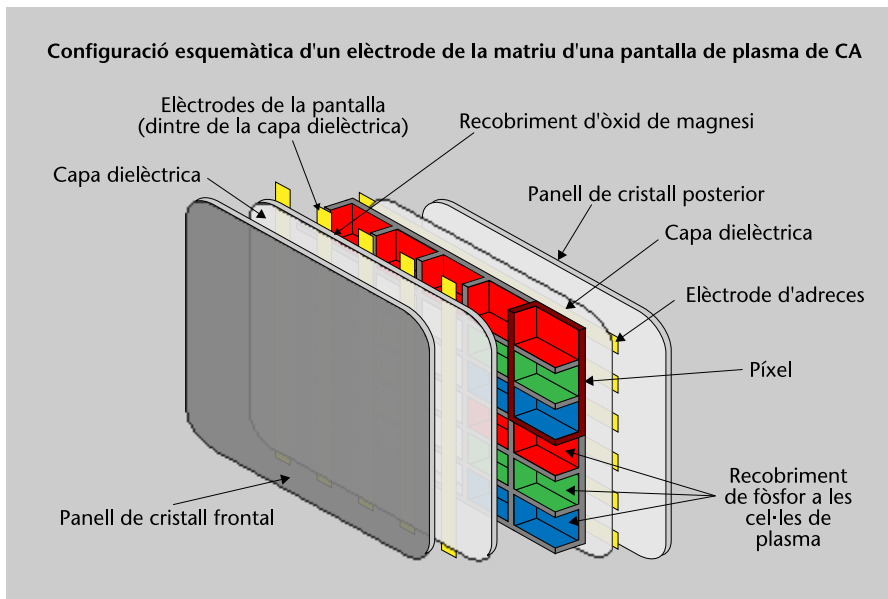
1.3. Monitors de plasma

Com als monitors CRT, als monitors de plasma⁵ la llum es genera excitant materials fosforescents; de fet, totes dues tecnologies es van començar a desenvolupar alhora. L'abaratiment dels costos de producció dels CRT va fer que aquests es continuessin desenvolupant mentre que els de plasma van quedar aturats fins els anys 90 del segle XX.

La diferència fonamental entre monitors CRT i de plasma és la forma en què s'excita el material fosforescent. En un monitor de plasma cada cel·la està formada per dos panells de cristall que contenen entre ells una mescla de neó i xenó; en aplicar-hi una tensió elèctrica els gasos es ionitzen (és a dir, es converteixen en plasma) i els electrons xoquen contra els materials fosforescents, que desprenen llum. L'esquema d'una cel·la es pot veure a la figura 3:

⁽⁵⁾Els monitors de plasma també s'anomenen PDP, sigla de *Plasma Display Panel*.

Figura 3. Detall d'una cèl·la d'un monitor de plasma



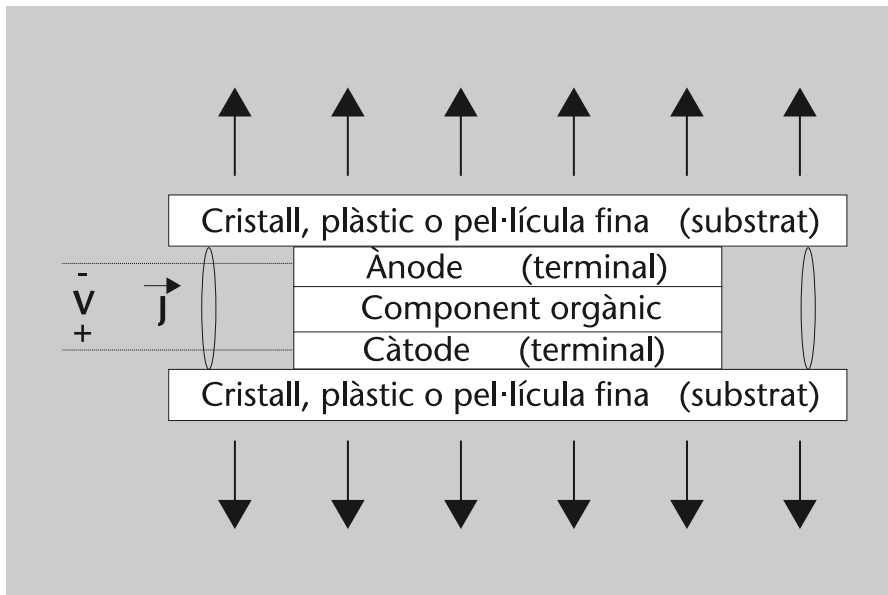
És poc freqüent trobar monitors de plasma als ordinadors ja que els de petites dimensions no són competitius econòmicament amb els LCD/TFT (tot i que la qualitat de les imatges visualitzades és millor); sí es troben televisors de plasma de mides grans, superiors a les 40". La distància entre les funcionalitats de monitors d'ordinador i televisor és, però, cada cop més curta, la tendència és que siguin electrodomèstics intercanviables, i l'evolució dels procediments de fabricació pot fer que la situació al mercat de tots els tipus de monitors variï.

1.4. Monitors OLED

Finalment, ens referirem a la tecnologia més recent, l'OLED⁶ (figura 4); en aquest cas els elements emissors de llum són díodes. La tecnologia no està encara prou desenvolupada i presenta dos problemes importants: la degradació relativament ràpida del material orgànic associat amb la component blava, que fa inestables els colors, i el cost, quan es tracta de fabricar pantalles grans. Tot i així es pot trobar a dispositius de petit format, com ara reproductors de vídeo i *smartphones*, i fins i tot als monitors d'alguns ordinadors o alguns televisors.

⁽⁶⁾OLED és la sigla d'*Organic Light Emitting Diode*.

Figura 4. Estructura d'un OLED



Entre els seus avantatges cal destacar la bona qualitat de les imatges visualitzades i el baix consum d'energia, i d'altres de tipus funcional com ara que les pantalles són molt més planes que les LCD o de plasma, o que poden ser flexibles. Caldrà esperar uns anys per comprovar si aquest tipus de tecnologia s'imposa, s'especialitza en algunes aplicacions o desapareix del mercat.

2. Dispositius d'impressió

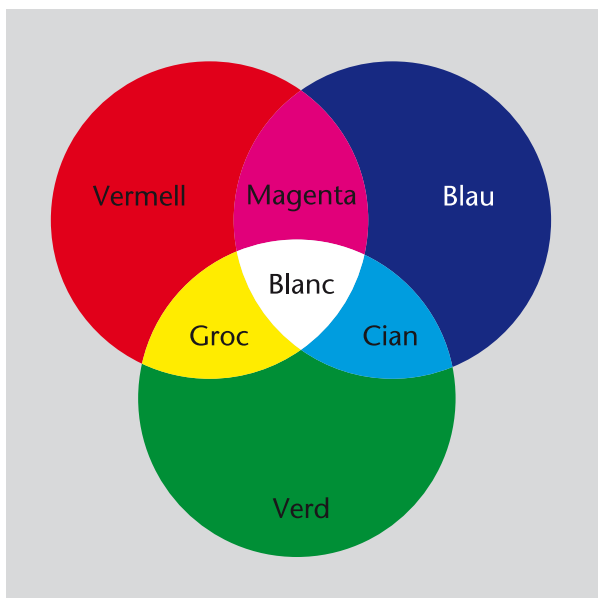
Els dispositius d'impressió ens permeten obtenir físicament la nostra imatge, en un suport que habitualment serà paper però pot ser altres materials com ara plàstic o tela. El primer que hem de tenir en compte quan imprimim una imatge digital és com traslladem al suport físic dos dels paràmetres que la caracteritzen: el color i la resolució; un cop aclarits aquests dos punts descriurem breument, atenent a la tecnologia que empren, les dues famílies d'impressores més habituals.

2.1. Color i impressores

Els monitors i projectors, que són dispositius de visualització que **generen llum**, composen els colors com a suma de tres fonts, vermella, verda i blava: és una mescla **additiva**.

La figura 5 mostra la mescla additiva: els colors primaris són vermell, verd i blau, i els colors secundaris es formen sumant aquests colors dos a dos: cian és la suma de verd i blau, magenta és la suma de vermell i blau i groc és la suma de verd i vermell. El color que no intervé en la formació de cada color secundari és el seu complementari, i la suma de tots tres colors primaris és el blanc.

Figura 5. Mescla additiva de colors



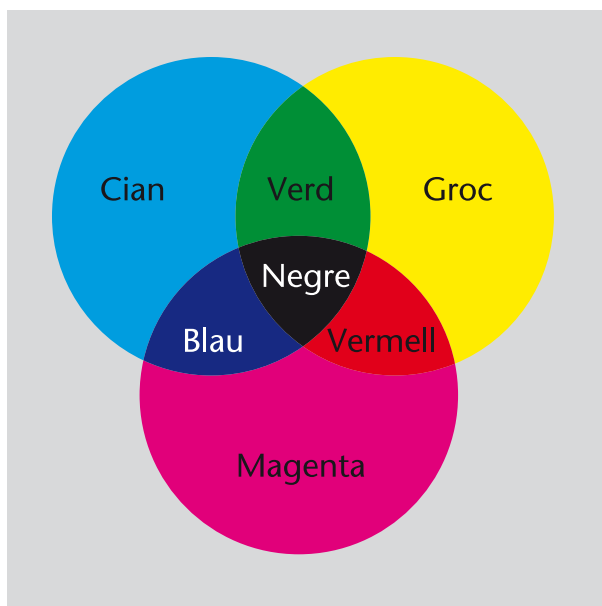
Les imatges impreses no generen llum sinó que **reflecteixen** la que hi incideix, i els colors que hi veiem són els que la superfície de impressió no absorbeix. Per generar els colors, els sistemes d'impressió no fan servir un sistema de generació de color additiu sinó **subtractiu**, i prenen com a colors primaris la terna cian, groc i magenta. En una mescla subtractiva els pigments de cada color actuen com a filtre que absorbeix el seu color complementari.

Exemple

Suposem un paper tenyit de cian sobre el que incideix llum blanca: el pigment cian absorbeix la llum vermella, i reflecteix la verda i la blava; el color cian es forma en una mescla additiva com la suma de verd i blau i en una mescla subtractiva com la resta de blanc i vermell.

Com es pot veure a la figura 6, en una mescla subtractiva els colors secundaris són el vermell, mescla de magenta i groc, el verd, mescla de cian i groc i el blau, mescla de cian i magenta. La mescla subtractiva de les tres components primàries és el negre.

Figura 6. Mescla subtractiva de colors



Passem del sistema de color RGB al sistema CMY; les impressores funcionen amb pigments de color cian, groc i magenta. Habitualment trobem una quarta component de color, K, que es correspon amb pigment de color negre; això és degut a que el negre obtingut per subtracció dels tres colors primaris no acostuma a ser gaire pur, pel que resulta més eficient fer-lo servir per separat. Parlem, doncs, del sistema CMYK, on els colors s'obtenen mesclant en les proporcions adequades els quatre colors bàsics.

2.2. Resolució i impressores

La resolució, en el cas de les impressores, es refereix a la quantitat de punts de tinta per polzada (ppp o dpi, *dots per inch*) que és capaç d'imprimir: una resolució de 220 dpi indica que en cada polzada la impressora pot imprimir 220 punts. No és equivalent, doncs, a la resolució digital de una imatge, que es mesura en píxels; un píxel i un punt no tenen perquè coincidir necessàriament.

Com més gran sigui la resolució més precisió s'obtindrà en la imatge impresa; alguns valors típics en les impressores que es comercialitzen actualment són fins 4.800×1.200 ppp per impressores d'injecció i 1.200×1.200 ppp per impressores làser.

2.3. Impressores de tecnologia làser

Les impressores de tecnologia làser (i d'altres més recents que en lloc de làser fan servir díodes) es basen en l'electrostàtica, l'atracció o repulsió de càrregues elèctriques segons el seu signe.

Els elements centrals de les impressores làser són el tambor i el làser; quan a l'aparell li arriba una ordre d'impressió, el tambor es carrega negativament; el làser escombra la superfície del tambor "marcant" amb càrrega positiva els punts on hi haurà impressió, els punts on no n'hi haurà queden amb càrrega negativa. Llavors, al tambor hi ha una rèplica de la imatge que s'està imprimint, "dibuixada" amb càrregues positives.

El tòner, un pigment (a una impressora en color n'hi haurà quatre) carregat negativament, es diposita sobre els punts amb càrrega positiva del tambor, que l'atreuen, mentre que els negatius el repel·len. El full de paper es carrega positivament i es posa en contacte amb el tambor, amb la qual cosa el tòner s'hi transfereix, i l'últim pas del procés d'impressió és el fixat del pigment al paper mitjançant calor.

2.4. Impressores d'injecció de tinta

L'element principal de les impressores d'injecció de tinta és el capçal, que conté uns broquets molt fins que dipositen sobre el paper la tinta que injecten els injectors. En aquest cas la tinta és líquida, i les gotes dipositades són cada cop més petites, de l'ordre de picolitres ($1 \text{ picolitre} = 10^{-12}$ litres). El capçal recorre el full imprimint-hi línia a línia; el procés és molt més llarg que amb una impressora làser, que amb una única passada pel tambor imprimeix el full.

Cada punt de color té, en principi, només dues intensitats: s'imprimeix o no; això ens dona un nombre molt baix de colors representables, tot i que l'ull és capaç d'integrar-los i visualitzar-ne més dels que realment s'han imprès. Les impressores d'injecció incorporen algoritmes que permeten, combinant la mida dels punts impressos i la injecció de la tinta (amb un mètode que recorda la antiga impressió de fotografies als diaris), que el nombre de colors visualitzats sigui molt gran, proper al color real.

2.5. Altres tipus d'impressores

La major part de les impressores existents al mercat són de propòsit general, dedicades a la impressió de documents, no necessàriament imatges, en mida DIN A4. Esmentarem altre tipus d'impressores específiques per fotografies, independentment de la tecnologia que facin servir. Trobem dos grans grups, les impressores de gran format i les fotogràfiques.

Les impressores de gran format estan preparades per imprimir documents de mida gran, de DIN A2 a DIN A0. El seu ús està reservat habitualment a professionals (enginyers, arquitectes, arts gràfiques...) pel que se'ls exigeix qualitat i velocitat d'impressió molt altes.

Les impressores fotogràfiques funcionen amb més de quatre pigments bàsics, fins a dotze, per obtenir una gamma de colors molt àmplia; tenen resolucions més altes que les de caràcter general (entorn del doble), gotes més petites, entorn 1 picolitre, i poden imprimir en paper fotogràfic, amb la qual cosa els resultats són molt millors que amb una impressora convencional. Aquestes impressores poden ser de format petit, les mides habituals en fotografia 10 × 15, 13 × 18, o de mides grans, amb el que tornariem a la categoria anterior d'impressores de gran format.

L'objectiu d'aquestes impressores d'alta qualitat és aconseguir una riquesa de color comparable a l'obtinguda amb la fotografia química o a la que visualitzem amb monitors o projectors. Excepte si fem servir aquestes opcions especialitzades, haurem de tenir en compte que el nombre de colors que poden reproduir les impressores convencionals és molt més baix que el que poden mostrar els monitors. A més la conversió entre el sistema RGB i CMYK també produeix lleugers desajustaments entre colors.

Per a reduir les diferències de color percebudes entre el que ens mostra la pantalla i el paper imprès comptem amb eines anomenades calibradors, tant pels monitors com per les impressores.

La calibració pot ser *software*, i es controla des del sistema operatiu en el cas dels monitors, o mitjançant els *drivers* proporcionats pel fabricant en el cas de la impressora; també pot ser *hardware*, aquesta segona opció té un cost econòmic

Avantatges de les impressores d'injecció

L'elecció d'una impressora d'injecció o làser dependrà de diversos factors però, en general, les impressores d'injecció de tinta aconsegueixen un millor compromís entre qualitat i cost quan es tracta d'imprimir imatges en color ja que poden obtenir còpies de molt bona qualitat amb un preu més baix que les làser.

més alt. Si ens trobem amb diferències importants entre les imatges presentades en la visualització i la impressió és una bona opció fer servir la calibració *software* i valorar després si és convenient fer servir la calibració *hardware*.

Resum

Tots els dispositius de visualització, monitors i projectors fonamentalment, mostren les imatges generant llum dels colors necessaris; la generació es fa mitjançant la mescla additiva de llums dels colors vermell, verd i blau.

Els monitors CRT, o de tub de raigs catòdics, generen la llum mitjançant l'excitació de materials fosforescents; van ser pràcticament l'única opció disponible durant dècades, però els seus inconvenients han fet que, tot i la bona qualitat d'imatge que presenten, estiguin quedant en desús.

Els monitors LCD i els monitors de plasma són les dues tecnologies que competeixen actualment pel mercat; els primers es basen en les propietats dels cristalls líquids i els segons, com els CRT, en les propietats dels materials fosforescents. En general, els monitors de plasma proporcionen una millor qualitat d'imatge, però l'ús dels LCD s'ha extès més, especialment en mides petites, pel seu cost més baix.

Els monitors OLED s'estan desenvolupant des de fa pocs anys; es basen en les propietats luminiscent dels díodes i es comencen a introduir en el mercat en pantalles de petit format. Caldrà esperar uns anys per veure la seva evolució.

Les impressores de tecnologia làser generen la imatge aprofitant les propietats electrostàtiques dels materials, les d'injecció de tinta la generen dibuixant-la punt a punt i línia a línia mitjançant punts de tinta.

Existeixen impressores especialitzades en la impressió fotogràfica que milloren les prestacions de les impressores d'aplicació general, aconseguint qualitat comparable a la del positiu en fotografia química.