

## Otro avance tecnológico de la Reprografía Documental: la impresión con rayo láser

José Luis del Río Sadornil

### INTRODUCCIÓN

El rayo Láser, cuyo acrónimo significa "amplificación de luz por la emisión estimulada de radiación" (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*), viene a ser un dispositivo de radiación electromagnética, capaz de generar luz y amplificar su onda a una altísima frecuencia.

Descubierta y dominada, en cierto modo, la energía nuclear, la domesticación del rayo láser, al poderse desmarcar del potencial irrefrenable de la energía nuclear y los incontrolables riesgos de la radiactividad, constituyó durante un tiempo un objetivo apasionante.

El *scattering* estimulado de aquellos electrones libres cruzando espacialmente espectros magnéticos variables, cuya observación y estudio iniciaran los científicos en las Universidades Americanas de Stanford y Columbia en los 60, se ha decantado en los modernos sistemas láser<sup>1</sup>. "Básicamente se trata de un haz de luz intensa muy concentrada en un pequeño diámetro"<sup>2</sup>, con todo el abanico de posibilidades que su conocimiento y control hoy representan estas "emisiones de luz coherente".

Es el campo de la Electrónica Cuántica<sup>3</sup>, ya que los láseres no dejan de ser otra cosa que simples dispositivos cuánticos, cuyo funcionamiento es análogo al del MASER, (*Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation*)<sup>4</sup>, diferenciándose tan sólo de éste, en que sus frecuencias pertenecen a la región óptica del espectro.

Si nos circunscribimos a los principios básicos de la tecnología láser, tomaremos como primero y fundamental, el de que a cualquier sistema, atómico o molecular, se puede asociar un determinado conjunto de niveles de energía. Otro principio, consecuente y no menos importante que el primero, supone que tales sistemas pueden realizar transiciones entre dichos niveles o estados, tales como la resultante de la adición de fotones coherentes, efecto que Albert Einstein había descubierto en 1917<sup>5</sup>. Así, cualquier electrón que ronde en una órbita determinada, puede saltar a otra superior y arrastrar a un estado "excitado" al átomo en cuestión, con el consiguiente aumento de energía (ganancia)<sup>6</sup>, si su transición es a niveles superiores, o pérdida de la misma en forma de luz o de calor, si es a niveles inferiores.

<sup>1</sup> DITCHBURN, *Optica*, p. 714.

<sup>2</sup> Informe: 56 Impresoras Láser. PC MAGAZINE. Revista Independiente de ordenadores personales. Ziff-Communications Company, New York. Edición Española: Año 5º (52), Octubre 1992, Madrid.

<sup>3</sup> Cfr. LOUDON RODNEY, *The quantum theory of lighth*, p. 256. ALVAREZ CHUST y GARCIA PALOMO, *Láser*, pp. 9 y ss.; LOUISSELL, William H., *Quantum statistical properties of radiation*; y LOUDON RODNEY, *The quantum theory of lighth*. V. Bibliografía.

<sup>4</sup> Cfr. TOUP G., *Máseres y láseres*. Madrid, 1978.

<sup>5</sup> ALVAREZ CHUST etc., *op. cit.* p, 11.

<sup>6</sup> DITCHBURN, *op. cit.* p. 707.

Un láser se compone fundamentalmente de una cavidad resonante<sup>7</sup> de espejos en la que la luz discurre sobre su trayectoria. Dicha cavidad contiene al medio que actúa como un amplificador, por efecto de un "bombeo", procedente de una fuente externa de energía.

Si como efecto del "bombeo", las ganancias compensan con superávit a las pérdidas de energía, el láser emite ondas luminosas denominadas modos, diseñados de acuerdo con la longitud y forma geométrica de la cavidad. Este diseño y selección se efectúa al mismo tiempo en la longitud de onda (modos longitudinales), y en la forma de la onda (modos transversales), lo que induce a una doble "coherencia": espacial y temporal, que dota al haz láser de cualidades extraordinarias y multiplica sus posibilidades y aplicaciones<sup>8</sup>.

## TIPOLOGÍA Y PROPIEDADES DEL LÁSER

Hay láseres de medios amplificadores sólidos, como el de T. H. Maiman, que fue el primero en conseguir el efecto amplificador del rayo luminoso<sup>9</sup>. Utilizó una pequeña barra cilíndrica de rubí sintético, cuyos extremos semitransparentes constituían una cavidad óptica resonante<sup>10</sup>. El "bombeo" provocado por la luz emitida por el flash de un tubo de xenón helicoidal que rodeaba la barra de rubí, producía impulsos luminosos de mínima duración (ver Figura 1).

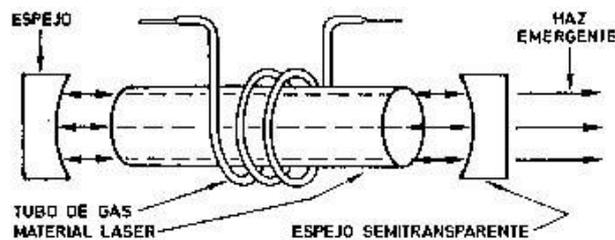


Figura 1: Esquema del láser de estado sólido<sup>11</sup>

Los láseres dotados de amplificadores gaseosos son casi tan antiguos como los del estado sólido<sup>12</sup> y se caracterizan por la utilización de la descarga eléctrica como fuente energética de "bombeo", en el seno de una composición de un 90 % de helio y un 10 % de neón.

Hay haces láser de vapor metálico, de inyección o semiconductor, el de electrones libres, el Helio-Neón<sup>13</sup>, muy extendido en los laboratorios y el Argón, utilísimo a la Medicina, basados en medios sólidos, líquidos o gaseosos, que convenientemente bombeados desde el exterior por medios tan elementales como la descarga eléctrica, la inyección del fluido eléctrico, el flash, reacciones químicas, radiaciones ionizantes o los propios rayos láser, consiguen amplificar la luz con intensidad multiplicada, aunque sin modificar su frecuencia, ni su polarización, ni su fase y dirección. De ahí que, aunque sea reducida la potencia óptica emitida, se alcanza la posibilidad de concentrarla por las lentes en una superficie mínima, logrando densidades de energía tan intensas, que consiguen hacer incontables las aplicaciones de las tipologías láser: dióxido de carbono<sup>14</sup>, vidrio de neodimio, díodos láser, láser colorantes (dyes)<sup>15</sup>, etc.

<sup>7</sup> Idem, p. 713.

<sup>8</sup> HECHT y ZAJAC, *Optica*, pp. 424 y 517 ; y CASAS, J., *Optica*, p. 330.

<sup>9</sup> Cfr. CASAS, J., op. cit. p. 326 ; HECHT y ZAJAC, op. cit. p. 517.

<sup>10</sup> HECHT, op. cit. p. 512.

<sup>11</sup> ENCICLOPEDIA UNIVERSAL ILUSTRADA EUROPEO AMERICANA. Suplemento Anual 1979-1980. Espasa-Calpe, S.A . Madrid, 1983, p. 26.

<sup>12</sup> HECHT, OP. CIT. P. 519.

<sup>13</sup> DITCHBURN, op. cit. pp. 715 y ss.; HECHT, op. cit. p. 516

<sup>14</sup> ALVAREZ CHUST, etc., op. cit., p. 33.

<sup>15</sup> Idem, pp. 32 y 33; THORNE, ANE P., *Spectrophysics*, p. 206 y ss.

El haz láser es luz y como tal, posee todas propiedades de ésta, como las de la reflexión y refracción y la velocidad de recorrido en el vacío. Pero sobre éstas, posee otras propiedades peculiares, que la enriquecen sobremanera.

La primera propiedad que se ha de señalar es la de su extremada direccionalidad, lo que equivale a decir que su haz apenas sufre dispersión en su trayecto. Uno de los primeros láseres dirigidos a la Luna aún en la década de los 60, se dispersó tan sólo el equivalente a la cienmilésima parte del recorrido<sup>16</sup>.

Otra propiedad importante es la de la velocidad en todas sus transiciones. Hay láseres que pueden emitir más de mil millones de destellos por segundo. La amplísima gama de potencialidades, según el material activo que se utilice y la capacidad de excitación que posea el láser, es otra de sus propiedades más aprovechables.

Mientras la luz solar se nos evidencia como policroma y fragmentable en colores al refractarse en el prisma, la luz del rayo láser es generalmente monocroma y además posee una armonía interna de elevada perfección, que se manifiesta en el movimiento ordenado de los fotones, en sincronía perfecta, y con la coherencia temporal y espacial correlativas, dentro de la misma fase<sup>17</sup>. Todas estas cualidades justifican la importancia y el número de sus utilidades.

Las aplicaciones del láser

Desde el primer momento hemos de señalar la simbiosis imprescindible entre la ciencia y la empresa, como condición "sine qua non" para el desarrollo de una investigación en la que han primado, tanto los recursos materiales e instrumentales de laboratorio, como los objetivos científicos, técnicos e industriales perseguidos.

Porque ampliaría en exceso el marco de este modesto trabajo, que sólo pretende incidir especialmente en el campo concreto de la tecnología documental y en parcelas tan limitadas como la xerografía y la reprografía documental, tan sólo y a título de ilustración, señalaremos algunas aplicaciones del láser en los terrenos en que más ha evidenciado su contribución al progreso, con aportaciones patentes a las últimas tecnologías. El láser, por ser la fuente luminosa más potente descubierta, por su simplicidad cromática y su altísimo grado de coherencia, se hace imprescindible en el campo de la interferometría. Con él se ha conseguido medir la velocidad de la luz con el mínimo error de 3 m/s., se hace posible el control de la velocidad de flúidos transparentes por métodos no destructivos y su utilidad se hace patente en aplicaciones ópticas de medios no lineales, espectroscopia, análisis de materiales, control y aceleración de partículas, separación de isótopos, etc. Hasta el sueño del "visor estereoscópico" se ha ido haciendo realidad, con las aportaciones del láser a la holografía, en su empeño científico de conseguir la visión tridimensional mediante interferencias, con las posibilidades que en esta faceta se han abierto, entre las que destacamos aquí por más afines, las referidas a la manipulación de documentos<sup>18</sup>.

Con sus aportaciones a la metrología se pueden descubrir desalineaciones de milésimas de milímetro en distancias de 100 ms. y se hace posible la alineación automática en construcciones, trazados de autopistas y en problemas de alineación topográfica, industrial, o de la minería. En telemetría, las impulsiones de energía surgidas del láser han conseguido

<sup>16</sup> Idem, pp. 32 y 33; THORNE, ANE P., Spectrophysics, p. 206 y ss.

<sup>17</sup> ALVAREZ CHUST, op. cit. p. 35.

<sup>18</sup> Idem, p. 70.

medir distancias astronómicas con sólo algún cm. de error, y sus precisiones en el control de trayectorias de vehículos aeroespaciales<sup>19</sup>, se hacen casi absolutas.

Pero donde la eficacia del láser se ha manifestado incluso con espectacularidad, ha sido en el campo de la Medicina. Mientras el láser clásico de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es útil para tratar materiales tan duros como el metal, siendo capaz de cortar, soldar y taladrar, el haz de luz verde del argón es de una eficacia decisiva en retinopatía<sup>20</sup> y en ginecología. Sus efectos hemostáticos, su precisión al identificar virus y bacterias, así como las perforaciones y cortes del bisturí láser a través de los tejidos, suponen avances de gigante en el progreso de la cirugía.

Y finalmente, la acción del rayo láser en los "biestables ópticos", que multiplica por millares la velocidad en el funcionamiento de los circuitos de los ordenadores, ha supuesto otro paso adelante de enorme transcendencia en el campo de la Informática, en nuestros días<sup>21</sup>. Los díodos láser de Ar y Ga se utilizan en lectores de discos compactos, en transmisiones por fibra óptica y "optoductos", en el campo de la telecomunicaciones. Los láser colorantes (rodamina, cumarina...), de enorme capacidad de sintonía, con su longitud de onda variable, han supuesto también novísimas posibilidades para la espectrofotometría<sup>22</sup> y las decisivas aplicaciones del láser en la generación de caracteres copiadore, registros de microfilm y en los sistemas de impresión.

### **SISTEMAS XEROGRÁFICOS Y DE IMPRESIÓN**

En el campo de la Xerografía, la técnica de la "copia en seco" y la "reproducción electrostática" del documento, sistemas de impresión en plena evolución, se caracterizan por integrar sistemas en los que se hace inevitable el contacto del mecanismo impresor con el papel<sup>23</sup>. Son las impresoras de impacto, con una tipología variada, amén de las peculiaridades que a cada una de ellas aportan las diferentes marcas. Así, la impresora de margarita, que recibe este nombre por la pieza de plástico circular que, a modo de pétalos, lleva ciertas laminillas radiales, en cuyos vértices resaltan las imágenes especulares de los distintos caracteres. Cuando un sistema de martillos pulsa sobre los pétalos, el carácter correspondiente se transfiere al papel por medio de la cinta entintada que media entre la margarita y el papel. Otra impresora de impacto es la matricial o de agujas, en la que el cabezal impresor contiene un conjunto de finísimas agujas que son las que han de transferir la tinta al papel, tras la serie de impactos necesarios para reproducir el carácter determinado.

La eficacia de estos tipos de impresora es importante si atendemos a la velocidad (5 folios/minuto ó algo más, si es gráfico el objeto de impresión). Pero tiene inconvenientes al presuponer fallos mecánicos de sus numerosas piezas móviles (ver Figura 2) y no poder silenciar el ruido de las mismas.

La impresora láser, por el contrario, palia los inconvenientes anteriores, combinando la tecnología xerográfica con las posibilidades que ofrece el rayo láser<sup>24</sup>, con ventajas tan evidentes como la calidad de impresión, la gran velocidad, el bajo nivel de ruido y la posibilidad de simultanear la impresión por las dos caras.

<sup>19</sup> RODRIGUEZ VIDAL, M., Láser. Enciclopedia Rialp - GER. Ed. Rialp, S.A. Madrid, 1981, Tom. XIV, p. 26.

<sup>20</sup> ALVAREZ CHUST, etc., op. cit. pp. 37 y 38.

<sup>21</sup> ENCICLOPEDIA UNIVERSAL ILUSTRADA EUROPEO AMERICANA. Suplemento Anual 1979-1980. Espasa-Calpe, S.A. Madrid, 1983, p 355-56.

<sup>22</sup> ALVAREZ CHUST, etc. op. cit. p. 42 y ss.

<sup>23</sup> Idem, p. 62.

<sup>24</sup> The PC Direct Guide to buying printers. Rev. "PC Direct", february 1993, p. 317.

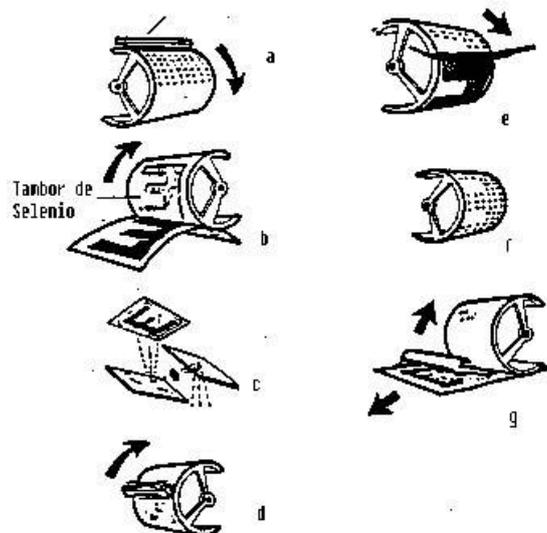


Figura 2: El proceso Xerográfico

a) Carga, b) Transferencia, c) Imagen, d) Limpieza, e) Revelado, f) Exposición, g) Fusión<sup>25</sup>

Una vez superados los primeros pasos en la veloz carrera de la reproducción xerográfica del documento, ya se han alcanzado algunos sistemas de fotocopia tan sofisticados, como el de la serie Docutec, una familia modular de productos XEROX, diseñados para la edición de publicaciones con alta producción y a gran velocidad, y que es una combinación de toda una serie de tecnologías<sup>26</sup>. El Servidor de Soportes Magnéticos (Media Server), que forma parte de esta serie, es un dispositivo opcional de sencilla solución y que permite capturar documentos electrónicos e imprimirlos dentro del sistema de publicaciones en la Red Docutec. La conexión del dispositivo de Acabado SBM, también opcional, proporciona una solución on-line para el acabado de cuadernillos, permitiendo automatizar la edición desde la creación del documento, hasta la realización de folletos totalmente perfeccionados. La Xerox 5090<sup>27</sup> es la penúltima estrella de esta serie.

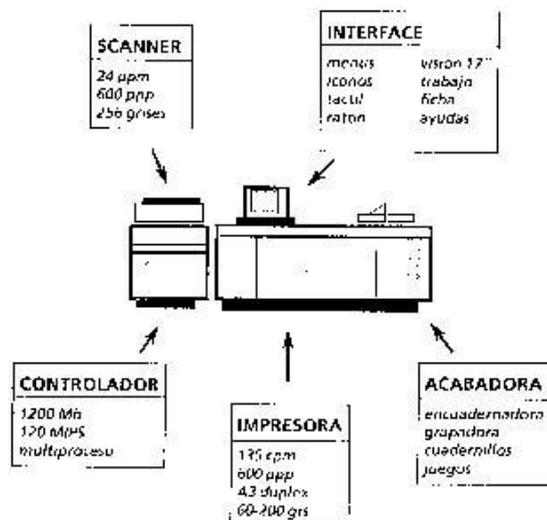


Figura 3: Sistema Reprográfico de Publicaciones RX DOCUTEK<sup>28</sup>

<sup>25</sup> Prácticas de Xerografía. RXE, S.A. Fotocopiado, s/a y s/año, fol. 18.

<sup>26</sup> Glossary for Láser Printers. This document was created with Xerox Ventura Publisher and printed on the Xerox 4235 Láser Orinting System. Publication nº SBBWPC100-00. de RXE, S.A. September 11, Madrid, 1991.

<sup>27</sup> Rev. DOCUMENTO. Edit. RXE, S.A. Año 4 (5), 1992, p. 57.

<sup>28</sup> Glossary for Láser Printers, fol. 3.

## CÓMO ES LA IMPRESIÓN LÁSER

Por aprovechar en parte la tecnología de la copia electrostática del mecanismo xerográfico común en las máquinas de fotocopia, fijaremos la atención, en los pasos que sigue el sistema patrón de la "Compañía del Documento"<sup>29</sup>, para producir la copia de cualquier soporte impreso : un cilindro fotorreceptor recubierto de Se recibe una carga positiva ; fuertemente iluminado el original que se quiere reproducir, un sistema óptico proyecta su imagen sobre el cilindro. La luz regula la carga de Se en las zonas del tambor, generando una "imagen eléctrica" invisible del documento. Un "tóner" cargado negativamente con finísimo pigmento negro adhiere su carga positiva en las zonas del cilindro, quedando en él la imagen visible del original que se va a reproducir. Al contactar la hoja de papel con el cilindro, por llevar una carga positiva superior, recibe las partículas del "tóner" con la imagen. Luego, la presión y el calor provocados, fijarán definitivamente al papel el pigmento con la imagen<sup>30</sup>.

El papel que el láser viene a desempeñar en este sistema de impresión de funcionamiento electrónico, consiste fundamentalmente en formar una imagen eléctrica en el tambor foto-receptor, descargando de modo selectivo las zonas correspondientes. El tipo de láser comúnmente usado en estas técnicas<sup>31</sup> es el que emplea mezclas de He-Ne o de He-Cd como medio activo y una longitud de onda de acuerdo con la sensibilidad que se quiera conferir al foto-receptor. El haz láser atraviesa un modulador que controla el paso de la luz, según regule la información que contiene la señal de imagen. La luz así modulada se va reflejando en cada cara de un prisma giratorio hexagonal. Este haz reflejado descarga línea a línea y de modo selectivo la superficie del tambor foto-receptor. La sincronización del espejo y del cilindro se logra con circuitos, hasta conseguir que la imagen eléctrica no visible se fije en el cilindro (ver Figura 4).

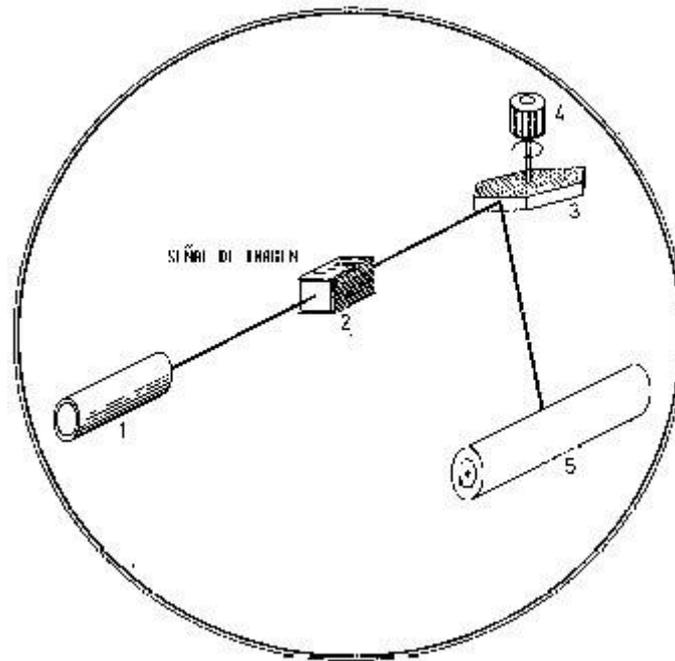
Luego vendrá el ciclo xerográfico, hasta obtener la impresión deseada. Los modelos más recientes, al introducir el modulador de línea completa, eliminando a su vez los espejos giratorios y el sistema que los pone en movimiento, han dado un paso técnico más en el terreno de la calidad y de la fiabilidad. A esta cualificación se suma también la incorporación de sistemas de protección, que eviten peligros al manipulador, ya que ni el haz luminoso concentrado y visible, -un diodo que no supera los 5 mW de potencia- como el invisible infrarrojo o de luz ultravioleta, puedan dañar su piel o su retina.

---

<sup>29</sup> RX Española, S.A. Garantías de Calidad Total, p. 30.

<sup>30</sup> Prácticas de Xerografía, fol. 18

<sup>31</sup> ALVAREZ CHUST, etc. op. cit. p. 64.



*Figura 4: Esquema del funcionamiento de la impresión láser*

Una fuente de luz láser (1), emite un haz que atraviesa un modulador (2). El haz modulado se refleja en las caras de un prisma giratorio hexagonal (3), que rota accionado un motor. El haz reflejado descarga línea a línea, la imagen en la superficie del tambor (5), o cilindro, que gira lentamente, para entrar aquí en la fase final de la xerografía<sup>32</sup>.

De lo expuesto debe inferirse claramente que no es el haz láser quien realiza directamente la impresión, pues ni siquiera contacta en el proceso con el papel o el soporte documental utilizado. Su fino rayo de luz sólo activa las áreas concretas del tambor foto sensible, sin "quemar" las zonas del papel que deben ser impresas<sup>33</sup>, tras una casi instantánea sucesión de etapas, por las que se pasa de la información que el ordenador remite, hasta la copia impresa en el soporte, de dicha información.

### **EL PROCESO EN LAS IMPRESORAS CON LÁSER**

Ciertamente, cada marca fabricante y cada modelo de impresoras con láser que se lanzan al mercado, se rigen por procesos que apenas ofrecen ligeras diferencias, siguiendo casi todas los pasos que ya hemos dado en el sistema de la impresión con rayo láser y que se lleva a efecto por las voluminosas e industriales máquinas de fotocopia. La leve diferencia que presentan con relación a la impresora, considerada como simple periférico del PC, radica tan sólo en el contacto directo con que aquéllas llevan a cabo la transferencia de la imagen al papel.

También el sistema de impresoras con láser se basa fundamentalmente en dos fases o elementos principales: la unidad de transferencia y la unidad de fijación<sup>34</sup>. La primera se concreta en la acción de la luz coherente sobre el tambor o rodillo conductor fotosensible, la cual sobre una tensión eléctrica previamente en él establecida, proyecta la imagen de los datos que deben ser impresos. Un sistema electrónico de control activará el diodo según precise la zona que deba ser impresa. Otra unidad de revelado (*Developing Unit*) irá

<sup>32</sup> Idem, ibidem.

<sup>33</sup> Informe. 56 Impresoras Láser. "PC Magazine", Año 5º (52), Octubre, 1992, p. 69.

<sup>34</sup> Idem, ibidem.

depositando el finísimo polvo del "tónér" en las áreas que en razón de su carga presentan una fuerte atracción electrostática, finalizando la fase en la operación de transferencia del "tónér" al soporte, en función de la carga contraria que posee.

La unidad de fijación, como ya se apunta en la propia terminología, comprende la otra fase más sencilla, que consiste en conseguir la fijación definitiva del finísimo polvillo que ha definido la imagen, con carácter permanente en el papel, lo que se logra mediante una acción combinada de calor y de presión.

Cabe aún decir que el formato más o menos complejo, de los datos que el ordenador ha de transmitir a su periférico impresor, ya sea láser o no láser, hace imprescindible que las impresoras incluyan en su sistema operativo, elementos de resolución contruidos en función del ordenador fuente, o de un simple microprocesador. Ello ha supuesto la realidad que afortunadamente ofrecen hoy muchas marcas especialmente en impresoras láser, en las que el propio equipamiento puede superar e incluso supera con creces, las posibilidades de procesamiento que el PC pueda presentar.

Una manifestación de estos complejos equipamientos que la gama de impresoras láser suele presentar son los lenguajes de descripción de página, por los que en función de determinados comandos, la impresora libera al procesador de crear en su memoria los datos de la imagen que se han de transferir al papel o al soporte documental correspondiente. Todo ello es consecuencia de la inclusión en los sistemas de impresoras láser de una electrónica basada en microprocesadores avanzados<sup>35</sup>. Y en el camino de las mejoras, se consigue también que la resolución no quede limitada por la cantidad de puntos servidos en origen, al quedar la posibilidad de mejorar aún más el programa de impresión.

### **CARACTERÍSTICAS Y UTILIDADES DE LA IMPRESIÓN CON LÁSER**

En la panorámica actual de las publicaciones personales (Desktop Publishing o DTP)), uno de los factores más determinantes es el conjunto de los dispositivos de impresión y en este campo es donde más ha proliferado la oferta.

Hoy, las impresoras con láser más popularizadas alcanzan la copia de entre 4 y 8 páginas por minuto (ppm), llegando a conseguir la HP Láser JetIII Si una velocidad cercana a las 16 ppm. En la práctica, ya todas consiguen una resolución de impresión de 300 puntos por pulgada (dpi), lo que proporciona una calidad al documento cada vez más cercana a la de la fotocomposición.

A diferencia de las fotocopiadoras, en la impresión con láser la imagen original codificada parte de la memoria electrónica de la impresora. La información que suministra la memoria direcciona al modulador del láser hacia los tipos de letra que ella guarda y que se activan cuando el ordenador envía la señal codificada correspondiente. Incluso es posible servirse de tipos de letra diferentes, si se han programado por la computadora, o conectado a la impresora por medio de "cartuchos" portadores.

El modo como los gráficos, fotografías, diagramas o signos discretos se reciben en la impresora, puede ser en forma de puntos (bit-map) para fotografías, y de líneas, círculos y signos estructurados, para ilustraciones que puedan desintegrarse fácilmente en estas figuras geométricas elementales. En el primer caso, se ocupa más espacio de memoria en la impresora, porque cada punto precisa su memoria para ser almacenado, mientras que en el segundo, los gráficos ya están estructurados previamente en la memoria y tan sólo precisan el

---

<sup>35</sup> Idem, p. 68.

dato concreto para representarlos. Recogiendo en este campo la herencia de los robóticos "plotters", sumada a las posibilidades de control que presenta el rayo láser, el lenguaje de descripción se ha implementado en la impresión, logrando conseguir la creación de dibujos desde cualquier programa. Se trata del lenguaje HP-GL, que la Hewlet Packard ha popularizado<sup>36</sup>.

También la alta definición es una característica importante en la impresión con el haz láser, ya que la precisión alcanzable por esta tecnología en fotocopiadoras industriales se mueve entre parámetros que van, desde los 64 ppp de resolución que precisa el facsímil de alta velocidad, hasta los 1200 ppp de una impresión de alta calidad.

Por vía de ejemplo, nos fijamos en la marca RANK XEROX, puntera con CANON en modelos de fotocopiadoras, ambas poniendo en el mercado modelos que alcanzan, desde simples periféricos, hasta las impresoras láser inteligentes. Las primeras crean el documento con total dependencia del ordenador y con muchas limitaciones evidentes, como las que supone el uso de papel continuo en la impresión. Las segundas se constituyen por naturaleza en auténticas computadoras, cuyas utilidades alcanzan, desde la utilización de las hojas sueltas a la capacidad de clasificar y encuadernar, hasta contar con una serie muy amplia de equipos adicionales, que pueden proporcionar las más sofisticados servicios: creación de formularios, impresos y documentos de estructura diversa, edición electrónica de imágenes, la creación de logotipos y hasta la composición integrada de publicaciones, etc.

Pero la utilidad más importante de la impresora inteligente reside en la capacidad y autonomía que posee, equiparable a las del mismo ordenador. La misma máquina impresora tiene capacidad de componer los documentos que el ordenador le mande, con el formato requerido, el tipo de letra, imágenes digitales y los gráficos correspondientes. Estas impresoras son capaces hasta de trabajar desconectadas del mismo ordenador, dejando a éste liberado para otras tareas más complejas. Ello se logra introduciendo en una cinta magnética las claves por las que la impresora reconoce el documento y le aplica los programas y formatos deseados.

### ALGUNAS FÓRMULAS CONCRETAS DE LA IMPRESIÓN LÁSER

La diversidad y número de procedimientos de la impresión asistida por el rayo láser ha enriquecido sobremanera, por un lado, las posibilidades de la tecnología empleada en la tecnología documental y, por otro, la variedad de documentos susceptibles de ser tratados por estos sistemas de reciente aparición. La Edición Asistida por Ordenador (E.A.O.)<sup>37</sup> supone un proceso en el que el ordenador sirve de apoyo inteligente en alguna de las fases que se siguen en la elaboración de documentos. De igual modo, puede darse la EAO en el caso de que el instrumento de apoyo sea un PC o microprocesador: esta "microedición" o "autoedición" de dimensiones limitadas vendría a ser una "edición en la mesa de despacho", o *desk top publishing* (DTP). La proliferación de los "softwares", casi ilimitada en este campo, sumada a los recursos que comporta la tecnología láser ya accesible hoy incluso a las economías modestas, han hecho posible la capacidad de editar y producir los propios documentos, o cualquier otro tipo de impresos, de la manera más rápida y económica, y también con garantías de calidad y perfección ya contrastadas.

---

<sup>36</sup> Idem, p. 94.; y The PC Direct Guide to buying Printers. "Rev. PC Direct", february, 1993, p. 317.

<sup>37</sup> ALVAREZ CHUST, p. 70.



Figura 5: Tecnologías que se integran en hardware y software en el proceso de la producción electrónica de documentos, entre las que se cuenta el proceso láser, o PDLs<sup>38</sup>

Las fotocopiadoras con láser pueden ser muy rápidas para grandes cantidades de impresión, como las impresoras de sobremesa de hecho son lentas, para volúmenes más reducidos. Modelos de las primeras pueden ser la XEROX 4030 o la 5090, y las familia HP LáserJet IIP, IIISi y su recientísima LáserJet 4, con 600 dpi de resolución, líder hoy en el mercado<sup>39</sup>, con las Compaq Pagemarq 15, Mita LP 3155, Fujitsu RX 7200, Panasonic KX-P44501, Epson EPL-8100, New Gen Turbo PS/600T, etc. de las segundas. Esta segunda serie ofrecen ya por un precio razonable, prestaciones que pueden encontrarse en modelos superiores, con excepción de momento, de la velocidad de ejecución. Las máquinas electrónicas más complejas se usan para la alta calidad de acabado, por profesionales o en las publicaciones de empresa. Linitronic de Allied Linotype es un ejemplo de este tipo de sistemas que integran la fotocomposición.

Incluso, con el sistema de las impresoras láser conectadas con el microordenador personal a una red local, se han hecho viables trabajos impensables hasta ayer, como el de la composición de un texto desde distintos despachos, algo ya frecuente en la redacción de los artículos de prensa, o trabajos en equipo entre ingenieros, científicos o técnicos, desde empresas y lugares diferentes, manejando la enorme posibilidad documental procedente de las diferentes fuentes. Las tecnologías que se integran en el proceso de la producción

<sup>38</sup> Panorámica sobre Publicaciones Personales. (Desktop Publishing), RXE, Curso Puente Sistemas Reprográficos. Madrid, s/a, fol. 6.

<sup>39</sup> Informe. 56 Impresoras Láser. "PC Magazine", p. 151. Como altamente orientativo y de gran utilidad para el usuario, esta publicación recoge el análisis completo de hasta 56 impresoras actualmente en el mercado, de las que ofrece precio, resolución, características físicas, interfaces, manejo de papel, lenguajes, fuentes y emulaciones (p. 120 a 130), con un cuadro de mejor a peor, en prestaciones (p. 151), amén de la ficha individualizada del modelo; Idem en Conclusiones de Find the perfect printer, de "PC Direct" febrero de 1993, p. 333.

electrónica de documentos y los programas de gestión de red permiten incluso, que los usuarios de la misma red compartan e intercambien sus ficheros, de igual modo que impresoras y mensajes electrónicos<sup>40</sup>. La selección de las operaciones que se quiera realizar es muy sencilla, ya que el interfaz del diálogo tiene menús y una potente función de ayuda.

Y en el campo de la documentación gráfica y la fotografía, marcas mundiales como KODAC, AGFA o la familia nipona de FUJIT, están lanzando al mercado cada día nuevos ingenios con el haz láser como soporte, de los que pueden ser mínimos y novísimos ejemplos los tipos de stilo láser o láser pointer, sencillos accesorios en el campo de la imagen, que se alimentan con pilas ordinarias<sup>41</sup>.

De orden menor, pero también de enorme trascendencia, son las ventajas que estos sistemas ofrecen en terrenos como el económico, al ahorrar la dependencia, el tiempo y los gastos de la imprenta, y en muchas ocasiones, la inapreciable ventaja de la confidencialidad que precisan las empresas, toda vez que se tiene la calidad garantizada. Y en este último aspecto, señalar el uso que de esta posibilidad hacen las entidades bancarias en el tratamiento de los cheques por impresoras láser que, unidas a un lector de caracteres impresos en tintas magnéticas, aseguran, con el número, los datos, el reconocimiento y el control de tan delicada tipología de documentos<sup>42</sup>.

### **LÁSER-COLOR: UNA NUEVA ERA**

Tal vez no ha sido la última palabra en técnicas de reprografía, pero la aparición del láser-color significa, sin duda, el nacimiento de un sistema que reúne todos los elementos necesarios para reproducir a color, con calidad indiscutible y prácticamente con la instantaneidad más exigente, cualquier diseño de la más compleja policromía.

Después que la RANK XEROX inventara desde su PARC (Palo Alto Research Center) de California, el ratón, los iconos y las windows, el mundo de la xerografía, tras presenciar el vertiginoso avance de la tecnología en las fotocopiadoras e impresoras, ha esperado expectante el arco iris del color en la reprografía. Y el color se ha convertido ya en un elemento diferenciador e importante, tanto en la reproducción de documentos, como en la intercomunicación de las empresas<sup>43</sup>.

Primero fue la casi olvidada ImageWriter que, equipada con una cinta de 4 colores y usando el controlador MacPalette II de Microspot, llegó a ser una impresora matricial modesta, tanto en posibilidades, como en costo. Luego han irrumpido las impresoras de chorro de tinta a color o de inyección y las de transferencia térmica, color y calor unidos, capaces de conseguir casi ya desde el comienzo, tonalidades diferentes por millones<sup>44</sup>. La Tektronix ColorQuick ganó en los comienzos a todas en velocidad y luego las PaintWriter XL de Hewlet Packard, quedando en el mismo orden y en cabeza ambas marcas en calidad general de imagen. Por contar con cabezas

---

<sup>40</sup> XEROEDITOR. Boletín de Información sobre Edición Electrónica", nº 2. Edit. RXE, S.A. Madrid, 1991, p. 3.

<sup>41</sup> Cfr. Rev. PHOT ARGUS. Magazine Professionnel des Technologies de l'image, nº 89, Dic. 1992-Ene. 1993. 28ème année. p. 67.

<sup>42</sup> ALVAREZ CHUST, etc. op. cit. p. 70.

<sup>43</sup> Cfr. Golpe de vista. Cómo mejorar sus documentos de empresa a través del color, de la A a la Z. Rank Xerox España Madrid, 1992.

<sup>44</sup> Inyección de Tinta y Transferencia Térmica. Las otras Tecnologías de impresión. "PC Magazine", Año 6º (56), febrero 1993, p. 77 a 134. En la p. 116 y ss. se ofrece información al usuario de los 29 últimos modelos de impresoras a color aparecidos en el mercado con características más notables y la ficha individualizada de cada uno.

de impresión más pequeñas, las HP y la Canon IP 510 son mucho más silenciosas que las JX-730 Color Ink Jet y la ColorQuick. Todas precisaban papel estucado, pues el normal, demasiado poroso, lo suponía un chorreo excesivo. Un ajuste de color por software aminoraba las diferencias de los colores de la pantalla y los que aparecen en el documento impreso.

Finalmente, hay ya impresoras de chorro de tinta a color asequibles prácticamente a cualquier interesado y no tardarán mucho en popularizarse los modelos de gran resolución, que incluyan también el papel normal en sus soportes documentales. Como ejemplos compiten duramente en el mercado HEWLETT PACKARD, XEROX, LEXMARK y CANON<sup>45</sup>.

De impresoras en color puestas hoy en el mercado, "PC Magazine" ha elegido entre la treintena de modelos más recientes la IBM Color JetPrinter PS 4079, por su calidad de salida y su control bajo PostScript o HPGL, con una buena relación calidad/precio. En segundo lugar, señala a la HP DeskJet 550C, que ofrece una excelente calidad de salida y un sistema de cuatritomía de óptima resolución, tanto en el texto como en los gráficos<sup>46</sup>. Y en la gama de portátiles, la HP DeskJet Portable y la Diconix 701, de Kodak.

Pero el haz láser en las fotocopiadoras supera ya cualquier posibilidad de una impresión documental en policromía, logrando dar garantías de calidad y la máxima definición en el terreno de la reprografía. Para los centros de proceso de datos, para las oficinas de servicios y las empresas u organismos que generan grandes volúmenes de documentos personalizados en un entorno centralizado, el sistema de impresión Láser Xerox 4135 proporciona los más altos niveles de flexibilidad y de eficacia, a la vez que su generador avanzado de imágenes por láser, con una resolución de 600x600 dpi, proporciona la más alta calidad de impresión al documento. Por otro lado, al combinar su avanzada tecnología de impresión con excepcionales posibilidades de manipulación del papel, la rapidez de impresión supera las 135 ppm, y una amplia variedad de opciones de interface permite la obtención de cualquier documento precisado desde el sistema central solicitado. El funcionamiento on-line se consigue a través de un canal de conexión 3211/3811 para sistemas IBM y por sistemas de interface de terceros para gran variedad de otros sistemas. Tiene capacidad de impresión remota a través de Ethernet, SNA/SDLC o comunicaciones bisíncronas y las opciones fuera de línea están disponibles para cintas de 1600/6250 bpp y 9 pistas, o para cartuchos formateados IBM 3480, de 18 pistas. También los ficheros de otros sistemas pueden introducirse en el modelo, a través de una unidad opcional de diskettes<sup>47</sup>.

La marca CANON, en evidente esfuerzo por sostener la competencia, ha sacado recientemente al mercado, su copiadora en color Canon CLC500, dotada de un scanner de gran precisión y de altísima definición<sup>48</sup> para leer los originales de cualquier tipo de fuente: impreso en papel normal, poliéster o transparencia, diapositiva, vídeo o still vídeo, o de la pantalla de un ordenador, y remitirlos a la impresora láser con cuatricromía.

Como nota común en casi todos los modelos que utilizan el haz láser para color en la impresión documental, está la conexión de la IPU (Intelligent Processing Unit) al sistema de copiado, logrando con esta integración un recurso de entrada y salida digital de la policromía, a cualquier soporte gráfico de los que se vienen ofreciendo en el mercado.

<sup>45</sup> Find the perfect printer, en "PC Direct", february 1993, p. 333 ; y XEROEDITOR, p. 2.

<sup>46</sup> Inyección de tinta y transferencia técnica, etc. "PC Magazine", p. 79.

<sup>47</sup> RANK XEROX ESPAÑOL, S. A. Prospecto impreso del modelo Xerox 4135. Madrid, s/a.

<sup>48</sup> Cfr. "MacUser. Revista Independiente para Usuarios de Ordenadores Macintosh". Edic. española, Madrid, nº 17, noviembre de 1991, p. 5.

Las imágenes recogidas por la IPU, una vez transferidas a la pantalla de la computadora, pueden ser vehiculadas a los soportes documentales mediante la impresión láser con la más alta calidad que hace posible el scanner, capaz de realizar los fotolitos de la selección de color y hacer posible así la reproducción en serie, de calquier original. Diversos tipos de scanner convencionales de la más alta calidad, hacen posible por mediación de la IPU, la transferencia del color en barridos de hasta un centenar por mm.<sup>49</sup> a los soportes más diversos que puedan presentarse en el campo de la ofimática y de la reprografía documental: vídeos, diapositivas e impresos en toda su diversidad.

### **PERSPECTIVAS Y FUTURO**

Al ritmo progresivo y trepidante al que camina la investigación de técnicas tan revolucionarias como las que suponen la utilización del haz láser en todas sus capacidades y, de modo especial, las que combinan a éste con los procesos con windows o con sistemas de inteligencia artificial, con sus lenguajes Lisp y Prolog<sup>50</sup>, y la infinidad de campos nuevos, es razonablemente previsible que los avances de estas tecnologías, en campos tan concretos como los de la impresión, xerografía y, en general, de la reprografía, pueden alcanzar niveles insospechados.

Las tecnologías de la publicación electrónica trabajan ya juntas para utilizar hardware y software en el proceso de la reproducción documental, por lo que es previsible que dichas tecnologías se seguirán integrando y perfeccionando en nuevos y sorprendentes productos, que levanten aún más el listón de posibilidades en la reprografía.

En esta carrera vertiginosa del progreso, podemos contemplar cómo cada día los modelos de máquinas y marcas se superan, cada vez con mejores prestaciones, definición más alta y mayor ergonomía. En terreno de lo verosímil, nos será dado ver en el horizonte siempre cercano del futuro, la gran ventana abierta al color y a su abanico inmenso de sus posibilidades. ¿Y por qué, junto a la eficacia, rapidez, simplificación de los procesos, calidad y perfección alcanzando el grado sumo, no podemos esperar avances espectaculares en campos tan apasionantes como el de la Holografía, la Fotografía y la Estereografía y tantas ramas interdisciplinarias, que crecen junto a la Reprografía?

Estos y algunos más forman parte del paquete ilimitado de retos que el progreso de la tecnología documental tendrá que plantearse desde el palenque de la investigación, para ir convirtiendo en realidades, perspectivas de futuro apasionantes, aunque en el presente parezcan tan sólo ensoñaciones.

---

<sup>49</sup> Idem, ibidem.

<sup>50</sup> Inteligencia Artificial : ordenadores casi humanos. PC Actual. Revista de microprocesadores personales. Grupo Editor Jackson. Edic. Española, Nº 5. Febrero de 1993, Madrid, p. 137.

## BIBLIOGRAFÍA

AA. VV. : Láseres utilizando des matériaux actifs solides. "De Acta Electronica", nº 13, 10. París, 1986.

AA. VV. : Le dossier des lasers. "Rev. Sciences et Avenir". París, 1982.

ALVAREZ CHUST, Roberto y GARCIA PALOMA, Miguel: Láser. Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Rank Xerox Española. Madrid, 1990.

CASAS, Justiniano: Optica. Cooperativa de Artes Gráficas. Librería General. Zaragoza, 1985, pp. 321 y ss.

DITCHBURN, R. W.: Optica. Vers. española de Julián Fernández Ferré. Edit. Reverté, S. A. Barcelona, 1982.

DURST, F.; MEELING, A, and WHITELAW, J. H.: Principles and practice of láser. 2nd Ed. London, 1981.

GARRET, C.G.B.: Gas Láseres. Ed. Mac Graw-Hill. New York, 1977.

HECHET, Jeff: El rayo láser. Biblioteca Científica Salvat. Eds. Salvat. Barcelona, 1987.

HECHT, Eugene y ZAJAC, Alfred: Optica. Vers. española de Daniel Malacara H. y otros. Addison-Wesley Iberoamericana España, S. A. Madrid, 1988, pp. 512 y ss.

LANGYEL, B. A.: Láseres. Nueva York, 1971.

LOUDON RODNEY: The quantum theory of lighth. Oxford University Press. Oxford, 1979.

LOUISSELL, William H.: Quantum statistical properties of radiation. New York: John Wiley, 1983.

MAC USER. Revista Independiente para usuarios de ordenador Macintosh. Edición Española. Impresoras de chorro de tinta a color Nº 17, noviembre de 1991. Edit. América Ibérica, S.A. Madrid, p. 84 a 97.

PC DIRECT. The PC Direct Guide to buying printers. Ziff-Davis UK Ltd. February, 1993, London, p. 316 a 345.

PC MAGAZINE. Edición Española. Revista Independiente de Ordenadores Personales. Informe: 56 Impresoras Láser. Año 5º (52), octubre de 1992, Madrid, p. 67 a 157;

SOTO DIAZ, J. M.: Inteligencia Artificial: Ordenadores casi humanos.. "Rev. PC Actual". Edición Española. Revista de Microprocesadores Personales, nº 5, febrero de 1993, p. 137 a 142. Madrid.

TORNE, Ane P.: Spectrophysics. Ed. Chapman Hall. London, 1984, pp. 105 y ss.

TROUP, G.: Máseres y Láseres. Madrid, 1978.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID (AA. VV.): Láseres y reacciones químicas. Cursos de Verano. El Escorial, 1989. U. C. M., Madrid, 1990. T. KARV: Photobiochemistry of low-power láser the therapy. Pp. 179 y ss.