

# Título: Xerografía.

## I. TOPIC: XEROGRAPHY.

Atores:

1. José Alejandro Sablón Cuesta
2. Juan Alberto Viera Gaztambide.

Resumen:

Este trabajo está encaminado al estudio y la investigación al sistema de impresión láser basado en la **Xerografía**. Este es un proceso de impresión que emplea electrostática en seco para la reproducción o copiado de documentos o imágenes. El primer documento en la historia en ser Xerografiado fue en manos del físico Chester Carlson en el año 1938. En un comienzo la xerografía se conoció como electrofotografía. Posteriormente, recibió el nombre comercial de xerografía. El término Xerox distinguía a este tipo de procedimiento de copiado en seco del resto de mecanismos de copiado de documentos. El uso de la xerografía se ha extendió a partir de los años 60 se fue extendiendo. En la actualidad, existen varias empresas que fabrican máquinas xerográficas o fotocopiadoras. Muchas empresas e instituciones cuentan con fotocopiadoras y existen multitud de negocios en los que se pueden realizar fotocopias. En 1947, una pequeña empresa del norte de Nueva York apostó por el descubrimiento, adquiriendo los derechos, para el realizaron 4 billones de páginas en productos que hoy existen gracias a esta tecnología, lo que la convierte en el método más usado para imprimir documentos en las oficinas.

**Palabras Claves— Xerox, Xerografía, Xerografiado.**

### II. ABSTRACT.

Xerography is a dry photocopying technique invented by Chester Carlson in 1938. Carlson originally called his invention electrophotography. It was later renamed xerography. The first commercial use was hand processing of a flat photo sensor (an electronic component that detects the presence of visible light) with a copy camera and a separate processing unit to produce offset lithographic plates. Today this technology is used in photocopy machines, laser printers, and digital presses which are slowly replacing many traditional offset presses in the printing industry for shorter runs.

### III. INTRODUCCIÓN

Este trabajo está dedicado al estudio e investigación del sistema de impresión láser, basado en el principio de la xerografía, que utiliza los principios de la electrostática. En el transcurso de este trabajo si abordara el tema, y su principio de funcionamiento, cada etapa del proceso y cada paso que realiza para lograr este proceso. Sin Físicos como como los de nuestra historia, no hubiese sido posible vivir en una sociedad como la nuestra.

### IV. UN POCO DE HISTORIA.

Chester Floyd Carlson fue un físico estadounidense e inventor, nacido en Seattle (Washington) el 8 de febrero de 1906. En 1938 dejó su trabajo en una firma de abogados de patentes para dedicarse a hacer realidad su idea: una fotocopiadora basada en un método desarrollado por él que más tarde se llamaría xerografía. El invento vio la luz el 22 de octubre de ese año aunque no fue comercializado hasta mucho tiempo después.



Fig. 1: Charles Carlson

En el despacho, Carlson era el encargado de copiar a mano centenares de documentos y patentes de la compañía, una ardua labor que su artritis y miopía convertían en dolorosa. El estadounidense comenzó así a obsesionarse con diseñar un aparato que pudiera copiar los papeles rápidamente, sin necesidad de utilizar máquinas fotográficas ni revelado.

Tras abandonar la empresa y consultar numerosos libros técnicos, utilizó el dinero de su propio bolsillo para pagar pruebas y experimentos con cargas electrostáticas y materiales fotoconductores, hasta que finalmente logró construir el primer prototipo de impresora basada en esta tecnología. Un año después, su máquina copiadora fue rechazada por empresas como IBM o General Electrics hasta que al fin, en 1947, una pequeña compañía que fabricaba papel fotográfico llamada Haloid se interesó por su invento y lo introdujo en el mercado con el nombre de Xerox.

El calificativo, elegido por su creador, significa 'seco' en alusión a que la máquina no necesitaba ningún tipo de líquido para realizar su tarea.

En 1961 la compañía pasó a llamarse Xerox Corporation en honor al producto que la ha convertido hoy en día en el mayor proveedor mundial de fotocopiadores de tóner, así como de todos sus accesorios. La xerografía es además la base del funcionamiento de las actuales impresoras láseres.

## V. DESARROLLO:

Adentrándonos un poco más podemos abordar que la xerografía se basa en el principio de fotoconductividad, es decir, en la capacidad de algunos cuerpos de hacerse conductores bajo la influencia de la luz, el silicio, el germanio y el selenio, son malos conductores de la electricidad hasta que algunos de sus electrones absorben energía de la luz y al pasar de un átomo a otro, permiten que la electricidad fluya por ellos cuando se les aplica un voltaje. Cuando la luz se retira, pasan de nuevo a ser malos conductores eléctricos. La xerografía utiliza una capa aislante fotoconductor de selenio o de aluminio u otro soporte metálico conductor.

### Funcionamiento:

Una superficie es cargada con electricidad estática en forma uniforme. Dicha superficie es expuesta a luz que descarga o destruye la carga eléctrica, quedando cargadas solo en aquellas áreas donde hay sombra. Un pigmento de polvo, tinta seca o tóner, se fija en estas áreas cargadas haciendo visible la imagen, que es transferida al papel mediante un campo electrostático. El uso de calor y presión fijan la tinta al papel.

### Proceso:

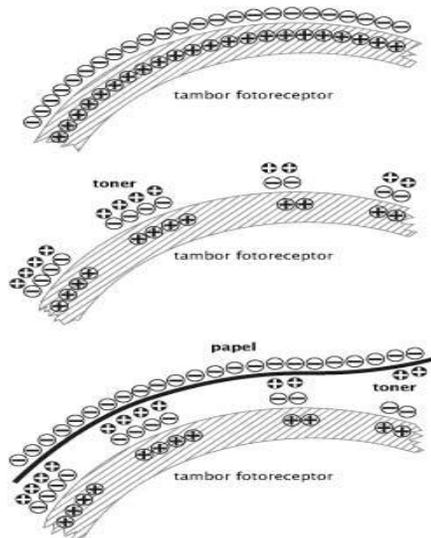


Fig. 2. Proceso Xerográfico.

La capa se carga electrostáticamente con iones positivos o negativos, según la polaridad de la carga del tipo de capa aislante fotoconductor seleccionada. Cuando se expone la placa en una cámara o máquina fotográfica, aquellas áreas de la capa que reciben luz pierden parte de su carga en función de la intensidad que reciben. De esta forma, la cantidad de carga retenida en la capa de la plancha forma un dibujo eléctrico o electrostático de la imagen. La imagen se hace visible cuando se espolvorea sobre la placa expuesta un polvo especialmente cargado, tóner, que contiene una carga opuesta a la inicial aplicada en la plancha y en la capa aislante. El polvo se adhiere a aquellas áreas que han mantenido su carga y la impresión se obtiene al cubrir la plancha con un papel y después aplicar sobre el reverso del papel una carga de la misma polaridad que la carga inicial aplicada sobre la capa aislante fotoconductor. La imagen de polvo se funde en el papel cuando se expone al calor, fijando así la imagen.

Todo el proceso xerográfico se puede llevar a cabo en menos de un segundo si se utiliza un equipo mecanizado de alta

velocidad. Además, el proceso resulta bastante económico, puesto que la capa aislante fotoconductor puede ser reutilizada miles de veces. Una de las aplicaciones basadas íntegramente en este proceso es la copia de documentos de oficina y la copia de pequeños volúmenes de datos.

### Proceso un poco más detallado (La magia de la Física):

Consideraremos un proceso en particular, que ha desarrollado profundamente la Xerox Corp. Que se conoce como xerografía. Utiliza una placa fotoconductor mantenida por una placa conductora. La placa fotoconductor es un recubrimiento de selenio vítreo evaporado en una fina capa (20 a 100  $\mu\text{m}$ ) sobre una placa metálica. Para preparar la placa para copias, se precarga a un potencial de 6000 a 7000 V por una descarga en corona que imparte una carga superficial electrostática uniforme sobre el recubrimiento de selenio con lo que lo hace sensible a la luz. Sectores de la carga superficial se disipan o conduce a la capa metálica, puesta a tierra, por los rayos de luz reflejadas por las partes blancas del documento que se esa copiando. Ahora tenemos una imagen electrostática en la formas de las restantes cargas superficiales sobre la placa de selenio que corresponde a la impresión del documento a copiar. Un polvo de carga opuesta, conocido por lo general por tinta seca, se esparce por la placa y es atraída hacia la figura de la carga superficial. Ordinariamente se coloca ahora un papel atraerá parte de tinta seca hacia él. El papel se separa de la placa de selenio y el polvo adherido se funde en el papel por color. Como paso final, la placa de selenio se limpia y esta presta para otra copia. La vida de la placa de selenio está limitada ordinariamente por el número de limpiezas al cepillo que puede aguantar. En las maquinas comerciales el proceso de copia es muy rápido. La placa de selenio tiene forma de tambor giratorio, con varias funciones de carga, exposición y limpieza.

Una vez que la impresora dispone de la imagen a imprimir es necesario crear los medios físicos capaces de transferir la imagen al papel. En ausencia de planchas las impresoras láser generan la imagen en un tambor fotoconductor. El proceso completo consta de seis pasos claramente diferenciados:

**Carga:** en esta fase se aplica una carga electrostática al tambor por medio de un **Scorotrón**, es decir, un anillo de efecto corona limitado por una pantalla, la polaridad de la carga puede ser negativa o positiva dependiendo de si la imagen a se quiere reproducir en positivo o en negativo. Pero para simplificar, en este ejemplo podréis seguir el proceso habitual con una carga negativa.

La primera figura (Fig. 2) muestra esquemáticamente la carga del recubrimiento de selenio amorfo por el movimiento de un hilo de corona a través de la superficie, el cual ayuda a distribuir uniformemente el rociado de corona sobre la superficie. Si el potencial entre tierra y la corona es elevado las moléculas de aire cerca del hilo se ionizan. Los iones positivos serán atraídos e incidirán en la superficie. La carga permanecerá cierto tiempo en la superficie. El recubrimiento de selenio tiene una resistividad aproximadamente  $10^{12}$  a  $10^{14}$   $\Omega/\text{m}$  en la oscuridad. Esto da, para tiempo de redistribución de la carga T

$$T = \epsilon\rho = 50s$$

Donde se ha tomado  $7\epsilon$  para la permitividad y  $10^{12}$   $\Omega/\text{m}$  para la resistividad de selenio. Por tanto un tiempo inferior de 50s

la carga superficial permanece en la superficie con tal que la placa se mantenga en la oscuridad.

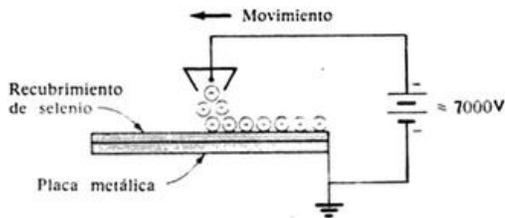


Fig. 3: Carga del Recubrimiento de Selenio moviendo una rejilla de descarga en corona sobre su superficie

**Exposición:** el tambor se ilumina, ya sea utilizando una lámpara en las impresoras sin láser, o bien, usando un conjunto de láser-lentes móviles que escanean la superficie, con el objetivo de neutralizar la carga electrostática en las áreas donde no se va a reproducir imagen o texto alguno.

La Fig. 3 muestra la luz reflejada por el documento y enfocada por un lente sobre la placa de selenio. Ya que la placa se ha mantenido a oscuras, podemos suponer que toda la carga superficial uniforme esta aun sobre el recubrimiento de selenio.

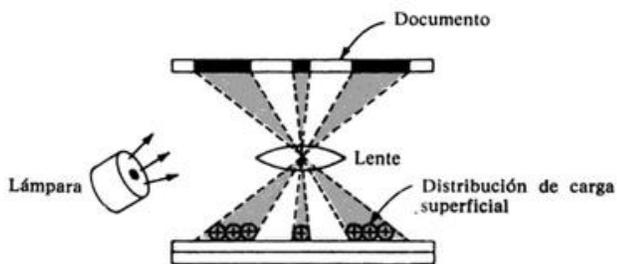


Fig. 4 La luz reflejada por un documento es enfocada por un lente a la placa de selenio precargado.

**Baño:** una vez la imagen se ha completado, el tambor es expuesto a una mezcla de tóner y partículas de hierro reutilizables, que actúan como portadores, cubriendo las áreas que mantienen la imagen latente del trabajo a imprimir. Otra de las características que diferencian la impresión láser del resto de los sistemas es el uso del **tóner**, una mezcla de polvo de plástico y carbón negro, o con colorantes, que se vuelven líquidos por medio del calor en una de las últimas etapas del proceso de impresión en la que el papel pasa por una unidad denominada **fusor**. El papel no llega a absorber el tóner líquido, a diferencia de lo que ocurre habitualmente con las tintas líquidas habituales, sino, que se forma una película superficial sobre el mismo que compone la imagen tras el secado. Esta es otra peculiaridad de la impresión láser.

**Transferencia:** en esta etapa el papel pasa entre el tambor y la corona de transferencia. Se aplica una carga inversa a la que posee el tóner de forma que el polvo sea atraído hacia la superficie del papel a la que se fija por medio de presión y la carga electrostática. Posteriormente se neutraliza la carga del papel usando una segunda corona que lo despegas del tambor. El método electrostático la transferencia se efectúa colocando el papel ordinario en contacto con el lado de la imagen de la placa. El papel se carga entonces moviendo una rejilla de carga

en corona. La carga positiva, colocada así en el papel, atraerá la capa superior de partículas reveladoras que se han mantenido por la atracción de la imagen.

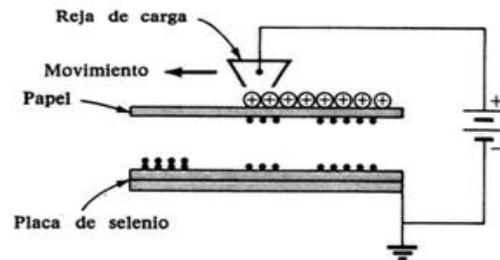


Fig. 5: Un papel colocado sobre la placa de selenio se carga positivamente y atraerá las partículas del revelador, cargadas negativamente, de la imagen latente.

**Fijado:** el tóner se funde y se fija permanentemente la imagen al papel gracias al calor producido por un fusor, ya sea en forma de rodillo de presión caliente o una unidad de secado.

**Limpieza:** el tambor se limpia eliminando cualquier resto de tóner que no se haya adherido correctamente al papel durante la etapa de transferencia. Los métodos usados son diferentes dependiendo del fabricante, la carga del tóner puede ser neutralizada por medio de la exposición a la luz, y después, succionarse, cepillarse o rascarse, para acabar depositado en un depósito especial, o en algunos casos, ser reutilizado.

Los sistemas de impresión láser más modernos y sofisticados utilizan unidades independientes para cada uno de los colores con lo que se logra una mayor velocidad de impresión. También, en las impresoras de color, se sustituye la corona de transferencia por unos rodillos de presión, llamados *Bias Transfer Roller*,

que aumentan significativamente la calidad de la imagen. Muchos fabricantes ofrecen tóner ya cargado de manera que algunas impresoras ya no utilizan portador de ningún tipo disminuyendo el tamaño de las mismas y mejorando el flujo de trabajo.

La relación calidad precio de los sistemas de impresión digitales ha crecido en la última década pasando de ser impresoras domésticas y de oficina a sistemas de impresión profesionales.

#### Ventajas:

Algunas de las ventajas del sistema de impresión láser es que son máquinas accesibles para oficinas pequeñas, medianas y grandes la facilidad de reproducir textos y gráficos en cuestión de segundos, la resolución de imagen variable. Se alimentan de papeles, cartulinas y acetatos. Fáciles de operar. No requieren de CPU. Pueden hacer encartes, engrapados e impresos doble cara. No requiere de secado.

La impresión láser, junto con la impresión por chorro de tinta tiene la principal ventaja de no necesitar placas lo cual reduce muy significativamente sus requisitos tanto de espacio como económicos y de tiempo pues se eliminan todos los subsistemas necesarios para la adquisición, grabado, comprobación, almacenaje y destrucción de las mismas.

#### Desventajas:

La escala tonal se pierde. El tóner deja mancha blanca si está terminándose. Algunas copias salen extremadamente calientes, imposibles de ser tomadas por el operador.

## VI. CONCLUSIONES.

La invención de Carlson es el método por el cual se crea actualmente la mayoría de los documentos impresos del mundo que vemos en las oficinas. La xerografía se utiliza para crear resúmenes de cuenta de tarjetas de crédito, correspondencia o circulares directas personalizadas, libros y afiches instantáneos, como así también innumerables memorandos, recibos, registros, la edición de libros y mucho más. Más aún, su invención cambio para siempre el modo de trabajar. “Le dio a la gente común un modo extraordinario de preservar y compartir la información y puso el intercambio rápido de ideas complicadas al alcance de casi todos”. Para trabajos futuros se recomienda trabajar e investigar acerca de otros sistemas de impresión, y la utilización de los principios de la física en estos procesos tan extraordinarios.

## VII. ANEXO A

### SELENIO

El selenio es un elemento químico de la tabla periódica cuyo símbolo es Se y cuyo número atómico es 34. El selenio se puede encontrar en varias formas alotrópicas. El selenio amorfo existe en tres formas, la vítrea, negra, obtenida al enfriar rápidamente el selenio líquido, funde a 180 °C y tiene una densidad de 4,28 g/cm<sup>3</sup>; la roja, coloidal, se obtiene en reacciones de reducción; el selenio gris cristalino de estructura hexagonal, la forma más común, funde a 220,5 °C y tiene una densidad de 4,81 g/cm<sup>3</sup>; y la forma roja, de estructura monoclinica, funde a 221 °C y tiene una densidad de 4,39 g/cm<sup>3</sup>. Es insoluble en agua y alcohol, ligeramente soluble en disulfuro de carbono y soluble en éter. Presenta el efecto fotoeléctrico, convirtiendo la luz en electricidad, y, además, su conductividad eléctrica aumenta al exponerlo a la luz. Por debajo de su punto de fusión es un material semiconductor tipo p, y se encuentra en su forma natural.

### ANEXO B

#### Fotoconductividad

Este es un fenómeno óptico y eléctrico en el que un material se vuelve un mejor conductor eléctrico debido a la absorción de radiación electromagnética, pudiendo esta ser, luz infrarroja, luz ultravioleta, luz visible, radiación gamma

### AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros profesores que han logrado en nosotros una actitud investigativa, por sus consejos, y conocimiento brindado. A nuestros padres que sin su apoyo incondicional no hubiese sido posible el estar hoy en día cursando nuestra ingeniería, a la revolución por los recursos que nos brinda para la investigación, y a todo el departamento de física de la Universidad Central de las Villas.

## REFERENCIAS

- [1] <http://www.casadellibro.com/libro-bases-fisicas-y-biologicas-del-radiodiagnostico-medico-texto-y-c/9788483712580/802080>
- [2] <http://www.agenciasinc.es/Multimedia/Ilustraciones/Ches-ter-Carlson-inventa-la-xerografia-y-fabrica-la-primera-fotocopiadora>.
- [3] <https://www.ecured.cu/Xerografia>
- [4] <https://books.google.com.cu>
- [5] <https://www.wikipedia.org>

**José Alejandro Sablón Cuesta (autor 1)** Estudiante de Ingeniería en Electrónica y telecomunicaciones en la Universidad Central Marta Abreu de las Villas (UCLV).  
Correo: jsablón@uclv.cu

**Juan Alberto Viera Gastabide (autor 2).** Estudiante de Ingeniería en Electrónica y telecomunicaciones en la Universidad Central Marta Abreu de las Villas (UCLV).  
Correo: jvioera@uclv.cu