



“REPORTE DE EXPERIENCIA PROFESIONAL COMO INGENIERO DE SERVICIO
MECATRÓNICO EN HEIDELBERG MÉXICO”

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

“EXPERIENCIA PROFESIONAL”

PRESENTA:

VELÁZQUEZ GÓMEZ MARIO ALBERTO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

DIRECTOR DEL INFORME:

ING. BAUTISTA BLANCO LUIS YAIR

AÑO: 2015

Facultad de Ingeniería

División de Ingeniería Mecánica e Industrial

The logo for Heidelberg, featuring the word "HEIDELBERG" in a bold, blue, sans-serif font. The letters are stylized with horizontal bars through them, and the 'G' at the end has a horizontal bar extending to the right.

Reporte de experiencia profesional como ingeniero de servicio mecatrónico en Heidelberg México.

Dedicatoria.

A mis padres por apoyarme desde mis primeros pasos y guiarme hasta donde estoy.

A mi hermano Fernando por estar ahí siempre que lo necesitaba.

A Kevin por su amistad incondicional que me ayudó a seguir adelante.

A mis amigos de la facultad por apoyarme y tener la dicha de conocerlos, además de hacer la carrera una experiencia inolvidable.

A mis amigos de la preparatoria por hacer de mi juventud un viaje aparatosamente divertido.

A Saruette por comprenderme y hacer de mí una mejor persona.

A mis profesores de carrera por sus clases, conocimientos y experiencias de vida compartidas.

A la Facultad de Ingeniería por abrirme las puertas al mundo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de crecer como persona en sus instalaciones y estudiar en sus míticas aulas.

Índice.

Introducción	1
1. Industria de las Artes Gráficas.	2
1.1. Definición y breve historia de las Artes Gráficas.	2
1.2. Las Artes Gráficas en México.	8
1.2.1. Historia de la imprenta en México.	8
1.2.2. Estadísticas sobre las Artes Gráficas en México.	14
1.3. Áreas de las Artes Gráficas.	18
1.3.1. Diseño gráfico.	18
1.3.2. Pre-prensa.	18
1.3.3. Impresión.	22
1.3.4. Acabado o post-prensa.	26
1.4. Litografía.	30
1.4.1. Orígenes.	30
1.4.2. Técnicas de reproducción litográfica.	31
1.4.3. Máquinas de impresión litográfica.	33
2. Descripción de la empresa.	40
2.1. Heidelberg Druckmaschinen AG.	40
2.2. Misión.	42
2.3. Visión.	42
2.4. Organigrama.	43
2.5. Descripción de las áreas de servicio.	45
3. Descripción del puesto de trabajo.	46
3.1. Ingeniero de servicio mecatrónico.	46
4. Proyectos realizados.	48
4.1. Instalaciones.	48
4.1.1. Pre instalación.	48
4.1.2. Instalación mecánica de la prensa.	50
4.1.3. Instalación eléctrica y electrónica de la prensa.	52
4.1.4. Puesta a punto.	54
4.2. Desinstalaciones y movimientos de prensas	56
4.3. Mantenimientos	59

Conclusiones.	67
Bibliografía y referencias.	69

Introducción.

Desde que la humanidad descubrió la escritura para transmitir ideas y conocimientos a las futuras generaciones, ideó la manera más eficiente de lograrlo al inventar los pergaminos y la tinta. Desafortunadamente escribir a mano la reproducción de los pergaminos de los mismos documentos se volvió una práctica muy ineficiente y el conocimiento solo era para aquellos privilegiados que podían costear dichas reproducciones.

Por ello la invención de la prensa mecánica revolucionó la manera de reproducir los pergaminos, que pronto se volvieron libros. La reproducción rápida de libros hizo que estos fueran más baratos y ahora el conocimiento se volvió al alcance de cualquiera, con ello nació la industria de las artes gráficas, que además de la fabricación de libros también se fabrica cualquier medio impreso como carteles, etiquetas, cómics, folletos, envolturas, entre otras.

Actualmente la mayor empresa que proporciona soluciones a la industria de las Artes Gráficas es una compañía alemana de nombre Heidelberg Druckmaschinen AG. Esta empresa fabrica máquinas de impresión *offset* que es actualmente la manera de imprimir más eficiente tanto en costos como en calidad de los impresos; además ofrece soluciones a todas las áreas que involucran a las Artes Gráficas.

La maquinaria de Heidelberg evolucionó desde los sistemas netamente mecánicos hasta los sistemas automatizados que emplean sus prensas, que agregan sistemas mecánicos de precisión, electrónica de control y sistemas neumáticos, creando así máquinas confiables que son reconocidas mundialmente como las mejores de su clase.

En este documento se hablará sobre lo que trata las Artes Gráficas tanto en el mundo como en México, los sistemas de impresión que se emplean en la actualidad, la impresión *offset* y la invención de la prensa *offset*, para después hablar sobre la historia de Heidelberg.

También se hablará de mis experiencias como ingeniero de servicio mientras laboré para Heidelberg México, una de las ramas mundiales de la empresa alemana; hablaré de la estructura de las prensas Heidelberg y de cómo enfrenté en varios proyectos los problemas que se presentaron y como les di solución usando el pensamiento abstracto que caracteriza a un ingeniero mecatrónico.

Capítulo 1. Industria de las Artes Gráficas.

1.1 Definición y breve historia de las Artes Gráficas.

El concepto de Artes Gráficas designa a un conjunto de oficios, técnicas, trabajos y profesiones que intervienen en la gráfica o en la editorial, las cuales incluyen áreas como el diseño gráfico, la pre-prensa, los diferentes sistemas de impresión y los acabados.^[1]

La primera imprenta conocida apareció en China; la invención del papel en el año 105 D.C. y la difusión de la religión budista fueron los factores que influyeron en esta invención. Las primeras impresiones se realizaban mediante el método de la xilografía.

La xilografía surgió en la China imperial en el siglo V, que es una disciplina artística que parte de una plancha o tableta de madera de cerezo, boj o peral que se va moldeando con un cincel el relieve que se va a reproducir (Imagen 1.1). La confección de libros xilográficos fue muy artesanal, de mucho trabajo que finalmente dejó de usarse por la versatilidad de la imprenta.



Imagen 1.1 Grabado para el proceso xilográfico.

La impresión con bloques de madera comenzó en China en el siglo VI. Las palabras y las imágenes estaban talladas en un bloque. El libro impreso más antiguo conocido en el mundo, *Sutra de Diamante*, fue producido en el año 868 d.C. La impresión a partir de tipos de caracteres individuales, hechos de arcilla endurecida, fue efectuada en China en el siglo XI por Pi Sheng, y en el XIII apareció en Extremo Oriente (China, Corea y Japón) la impresión a partir de tipos metálicos, pero su empleo se frenó al no ser idóneos para los caracteres ideográficos empleados en dichos países.

La clave para el desarrollo de los tipos metálicos individuales la introdujo Johannes Gutenberg, quien inventó un molde que podía fundir los caracteres individualmente. En 1444 fabricó una prensa en Maguncia, Alemania, y comenzó a trabajar en la *Biblia de 42 líneas* publicada en 1456. Cada uno de los caracteres se cortaba con un punzón de acero sobre el que se había tallado en relieve el ojo de la letra, y se hacía un molde (matriz) estampándolo sobre un material más ligero, dentro del que se vertía plomo fundido, mezclado con estaño y antimonio, para crear un nuevo carácter tipográfico.

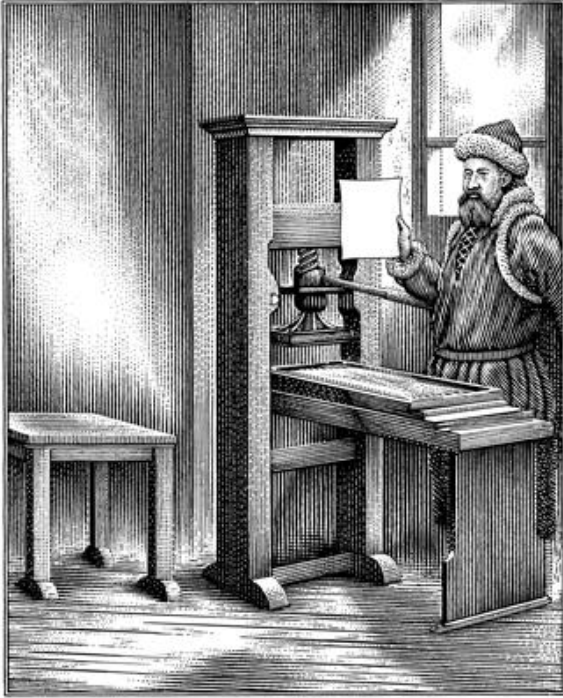


Imagen 1.2 Gutenberg y su prensa de madera.

La prensa de madera que empleó Gutenberg se basó en las prensas de vino, y fue construida de forma sencilla. Los tipos metálicos individuales se encerraban en un marco sobre la cama de la prensa y se entintaban con tampones de tinta. Se colocaba el pliego de papel encima y se pasaba un brazo de madera sobre el que se accionaba un tornillo, también de madera, que presionaba una gran tabla contra el papel para conseguir la presión sobre los tipos. Después de 200 años se cambió el uso del tampón para entintar por rodillos.

Este invento revolucionó el mundo como se conoce, ya que acercó la lectura a la población y además abarató la producción

de los libros, ya que antes cada libro era copiado a mano y al ser reproducidos de esa manera solo pocos podían tener acceso a los libros, siendo en su mayoría monasterios y personas de la alta sociedad.

La impresión se propagó rápidamente por Europa y llegó a Inglaterra en 1476, cuando William Caxton introdujo su prensa (Imagen 1.3). Los impresores de diversos países desarrollaron variadas fuentes de tipos. El impulso siguiente radicó en máquinas hechas de hierro en vez de madera, disponiendo de un mecanismo de palanca en sustitución del tornillo.



Imagen 1.3 William Caxton (de negro) en su imprenta.



Imagen 1.4 Prensa de Stanhope.

El conde de Stanhope construyó la primera prensa hecha de hierro en 1800 (Imagen 1.4), y fue desarrollada después por George Clymer en sus prensas *Columbia*. A lo anterior siguió un período de rápidas innovaciones en el diseño de las prensas y, en 1814 se imprimió en la primera prensa cilíndrica accionada por vapor, diseñada por Frederich Koenig (Imagen 1.5). Esta prensa imprimía pliegos de papel y contaba con cilindros para entintar las formas, y una mesa o platina móvil, horizontal, que se deslizaba bajo los cilindros entintadores y del tambor impresor que

transportaba el papel, el cual tomaba la tinta depositada sobre las formas por la presión ejercida por dicho tambor.

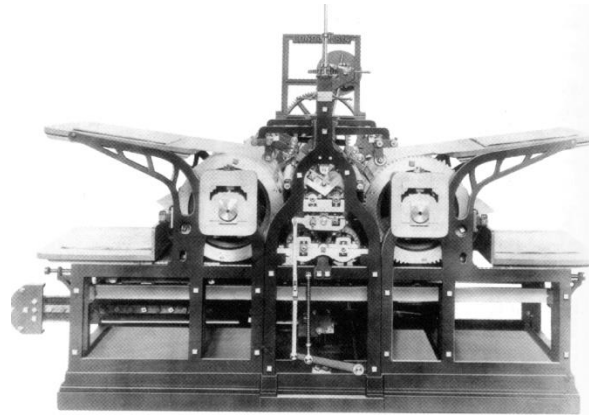


Imagen 1.5 Prensa cilíndrica de Koenig.

El funcionamiento de las máquinas planas se mantuvo sin cambios durante todo el siglo XIX. En 1865 William Bullock introdujo la impresión rotativa continua, utilizando el papel en bobinas, que la misma máquina cortaba a hojas una vez impreso.

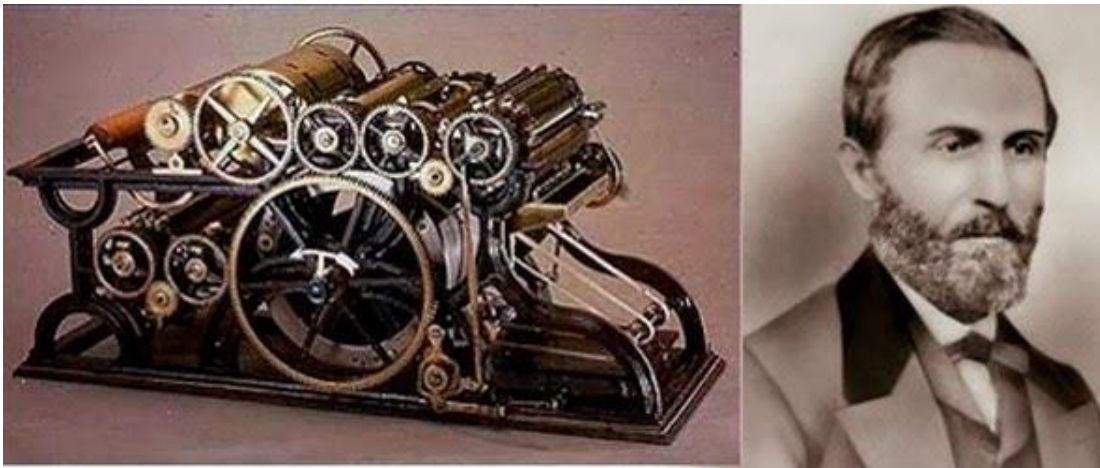


Imagen 1.6 William Bullock y su prensa rotativa.

Hasta finales del siglo XIX, el auge de la impresión se ralentizó por el lento y costoso proceso de tener que componer los tipos a mano. El problema lo solucionó Ottmar Mergenthaler con su invento de la máquina *Linotype* en 1886 (Imagen 1.7). Esta máquina consistía en un teclado que, al presionar la tecla de un carácter, provocaba que una matriz de latón bajara a un canal para componer una línea. Una vez que la línea se había compuesto, se rellenaba con plomo fundido para formar una línea sólida con todos los caracteres unidos.

En 1890 apareció el sistema *Monotype* (Imagen 1.8), inventado por Tolbert Lanston. Este sistema se componía de dos partes; un teclado producía una cinta perforada de papel, que se colocaba en un fundidor que obtenía las piezas individuales de los tipos en la secuencia correcta. Con estas dos máquinas, los tipos se podían componer a la velocidad de la mecanografía, lo cual transformó la economía de las Artes Gráficas y de las editoriales de la época.



Imagen 1.7 Máquina *Linotype*.



Imagen 1.8 Máquina *Monotype*.

Las ilustraciones se imprimían a partir de bloques de madera grabados, hasta que Alois Senefelder inventó el proceso litográfico de impresión en Alemania, en 1796, estos grabados se realizaban sobre piedras (Imagen 1.9) y se trasladaban a una superficie plana



Imagen 1.9 Piedra litográfica.

dibujados con un lápiz graso, la imagen se reproducía por la falta de afinidad entre la grasa y el agua. Sin embargo en 1904 se introdujo la primera prensa de impresión litográfica sobre papel basada en el principio *offset*. Aunque hoy en día la litografía *offset* es el proceso de impresión más importante, no lo fue hasta mediados del siglo XX, ya que antes de que se desarrollara la fotocomposición, la composición tipográfica se tenía que

fotografiar para obtener una plancha litográfica, por lo que imprimir directamente a partir de la composición tipográfica aún resultaba más barato.

Los bloques de línea para la impresión tipográfica, efectuados fotográficamente, se inventaron en Francia en 1850 y los primeros semitonos aparecieron en 1891, esto condujo al desarrollo de la cuatricromía, que se explicará más adelante.

En 1905 la flexografía fue inventada en Francia, la cual consiste en crear las formas tipográficas en caucho vulcanizado y que éstas se pegan a cilindros de máquinas rotativas para realizar la impresión.

Otra forma de impresión nació en 1940 llamada serigrafía, el cual funciona a base de la aplicación de tinta a través de una malla fina tensada de fibras sintéticas o hilos de metal, montadas sobre un bastidor. El estencil es creado por un proceso fotográfico que deja pasar la tinta donde la emulsión ha sido expuesta a la luz.

A principios del siglo XX se introdujeron los procesos de automatización en los acabados y la encuadernación, que hasta entonces habían sido operaciones manuales, y gracias a la automatización de estos procesos los tiempos de producción se redujeron y la productividad aumentó, pasando de decenas de copias por día, a millares por día. Se introdujeron las guillotinas, las máquinas de plegado y las cintas automáticas de encuadernación.

La empresa *Monotype Corporation* comenzó a trabajar en máquinas de composición con película, o fotocomposición, en 1944; sin embargo sólo se comenzó a utilizar comercialmente en la década de 1960. Estos equipos eran más rápidos que sus equivalentes de composición con plomo caliente y no exigían guardar toneladas de composición metálica, que debía conservarse para efectuar reimpressiones. La fotocomposición dispuso también del primer programa de edición a finales de la década de 1980 y principios de la de 1990.



Imagen 1.10 Máquina de fotocomposición *Monotype Lasercomp*.

La fotocomposición ayudó a que el sistema de litografía offset se constituyera en el más importante sistema de impresión a expensas de la tipografía. Las máquinas de *offset* a hojas resultaron más rápidas y sofisticadas. Las imprentas rotativas *offset* (imprimiendo con bobinas de papel) se emplearon para la producción de largas tiradas como las de las revistas y periódicos. Estas rotativas imprimen 50,000 ejemplares por hora frente a los 15,000 de las máquinas de *offset* a hojas.

Al mismo tiempo que se desarrollaba la fotocomposición, aparecieron nuevas tecnologías para la selección de colores y el manipulado de páginas en película. Los escáneres de color, desarrollados en la década de 1960, facilitaron la selección rápida de transparencias

y opacos, consiguiendo separaciones de cuatro colores en minutos. Esto incrementó considerablemente la calidad de muchas ilustraciones.

Los progresos más importantes en la impresión, que tuvieron lugar en las décadas de 1980 y 1990, se originaron en las oficinas de las empresas. La introducción de las computadoras personales (PC) y las primeras computadoras *Mac* de *Apple* trajeron los equipos de edición. Las máquinas de fotocopias propiciaron la entrada de las máquinas de impresión digital actuales, mientras que los *e-mails*, los archivos de texto, los hipertextos y los protocolos de transferencia facilitaron la rapidez en el intercambio de información y la transmisión de archivos a largas distancias.

Probablemente, el avance más significativo de las artes gráficas en los años recientes se dio cuando los equipos de edición se comenzaron a emplear en el diseño para impresos comerciales. Las dos aplicaciones iniciales más importantes fueron *QuarkXPress* y *PageMaker*. Cuando se remitían los archivos de estas aplicaciones a las fotomecánicas o al impresor, éstas se pasaban a película en una filmadora y se preparaba una plancha de impresión. Hoy día, la mayor parte del trabajo se efectúa en CTP (*Computer To Plate*), con lo que se elimina la película y su consiguiente y caro almacenaje.



Imagen 1.11 Máquina CTP.

La tecnología CTP (Imagen 1.11) ha sustituido ampliamente el uso de la película, reduciendo los costes e incrementando la calidad, disponiendo de una mejor imagen y con un menos consumo de tinta.

La impresión digital se ha generalizado ampliamente y permite efectuar tiradas muy cortas, así como impresiones

personalizadas. Lo anterior ha dado paso a la impresión bajo demanda o POD (*Print On Demand*), con la que un editor puede imprimir económicamente incluso un solo ejemplar, antes que imprimir varios cientos y almacenarlos en un local donde el papel comience a envejecer rápidamente. Todos estos avances han simplificado considerablemente y acelerado los procesos de diseño, impresión y edición, convirtiéndolos en más accesibles tanto económicamente como en uso. ^[2]

1.2 Las Artes Gráficas en México.

1.2.1 Historia de la imprenta en México.

La primera imprenta en América fue establecida en 1539, en la capital de la Nueva España, a pocos años de la conquista de Tenochtitlán. Dichas gestiones para su establecimiento fueron realizadas por el obispo fray Juan de Zumárraga y el virrey don Antonio de Mendoza. El propósito de traer la imprenta a la Nueva España fue para la edición de libros para evangelizar a los indios, como biblias, misales y otros textos religiosos, además de extender el proceso de castellanización por todo el territorio novohispano. Otras razones poderosas para introducir la imprenta en México fueron la necesidad de imprimir trabajos burocráticos de la colonia española así como impresos educacionales.

Estos acontecimientos ayudan a entender y explicar el fenómeno de la imposición de los valores hispánicos sobre la población indígena y la transculturación europea, lo cual aclara el proceso formativo de la cultura en México.

Juan Pablos de Bresca (Imagen 1.12) fue quien estableció la primera imprenta en México, con su oficial, Gil Barbero, y un ayudante en la llamada "Casa de las Campanas", en la esquina de las actuales calles de Moneda y Lic. Verdad (colonia Centro de la Ciudad de México), como representante de Juan Cromberger, impresor alemán radicado en Sevilla. Cromberger había obtenido el privilegio de Carlos V de ser el único autorizado para imprimir y vender libros en la Nueva España.



Imagen 1.12 Juan Pablos (extrema derecha) en su taller de impresión.

Con la muerte de Juan Cromberger la existencia del taller se debilitó, ya que sus herederos no proporcionaban papel, tinta y otros requerimientos; sin embargo, Juan Pablos, logra fortalecerlo y mejora la calidad de las ediciones.

El segundo impresor fue Antonio de Espinosa en el año de 1551, el cual fue contratado tres años por Juan Pablos quien integró tipos romanos y cursivos así como nuevos grabados de madera; estas innovaciones hicieron prosperar el negocio de Juan Pablos.

En 1562 Pedro Ocharte, se casa con la hija de Juan Pablos y pasa a ser el tercer impresor mexicano que resulto ser un hábil comerciante, quien se asocio con Antonio de Espinosa. Otro impresor fue Pedro Balli, de origen francés, quien llegó a México en 1569, le siguen Antonio Ricardo, Melchor, Luis Ocharte y Enrico Martínez, quienes imprimieron no sólo libros religiosos sino que de sus prensas salieron textos de medicina, leyes, música, libros de estudio para la Universidad y otros colegios adonde acudían estudiantes criollos.

En 1553 inició sus cursos la Real y Pontificia Universidad de México, a su vez primera del continente, para la cual fueron impresos, a partir del año 1554, los primeros libros universitarios americanos, mismos que poco más tarde fueron reimpresos y utilizados en universidades europeas.

Existía el monopolio en la labor tipográfica, concedido por privilegio a la "Casa de Juan Cromberger" que operaba en la Nueva España, el cual comenzó a debilitarse cuando el propio Juan Pablos compró el taller en 1550, y consiguió de las autoridades virreinales se le extendiera esta concesión, y concluyó cuando Antonio de Espinosa obtuvo una cédula real, firmada en Valladolid el 7 de septiembre de 1558. Tal hecho fue importante para la historia de las artes gráficas en México, ya que aseguró la libertad de trabajo a los impresores y favoreció la proliferación de imprentas.

El papel utilizado en la confección de los libros se importaba de Europa; mas las dificultades de aprovisionamiento provocaron el establecimiento de molinos de papel en México.

En el siglo XVII se establecieron diversas imprentas entre ellas la imprenta en Puebla, en 1640, como estrategia de comunicación con el sureste entre poblaciones española y criolla; también se estableció en Guadalajara en 1821, en Mérida en 1813, la cual fue utilizada como instrumento de protesta por el sistema opresivo en esa ciudad. En Oaxaca se establece una imprenta a cargo de una mujer, Francisca Flores instalada en 1720 por un breve periodo; y en Veracruz por Manuel López Bueno, quien ejerció de 1795 a 1812.

La labor tipográfica en México del siglo XVI es considerada escasa y pobre; sin embargo, a pesar de las dificultades que padecieron por la obtención de papel y de refacciones para el equipo tipográfico causadas por la cancelación de sus remesas a causa de la guerra de España con otras potencias, se reconoce el gran esfuerzo por alentar la producción bibliográfica, como lo demuestra la cantidad de títulos publicados que supera en número al de muchas ciudades europeas.

En el siglo XVII inicia una etapa de progresos culturales para los más privilegiados (españoles y criollos). Entre las principales ediciones de este siglo destacan los textos de Cátedras en la Real y Pontificia Universidad de México, los libros de medicina, así como algunas obras literarias como la *"Grandeza mexicana"*, de Bernardo de Balbuena, la *"Primavera indiana"*, de Sigüenza y Góngora, *"Obras menores"* de Sor Juana Inés de la Cruz y otros impresos como *"Noticia breve de la dedicación de la Catedral de México"*, de Isidro de Sariñana.

Otro aspecto notable en este siglo es la importancia de las mujeres en el negocio de la imprenta y de las librerías, ya que las viudas de los dueños de las imprentas continuaron con la administración al fallecer sus maridos. De sus prensas salieron más de ochenta impresos con su nombre. Al fallecer las viudas, estos negocios fueron heredados a sus hijos.

Fue gracias a estos negocios familiares que los talleres tipográficos superaron las crisis económicas, e inclusive en ocasiones costearon diversos impresos para seguir produciendo en las épocas difíciles, contribuyendo en el desarrollo cultural novohispano de siglo así como la expansión de la imprenta novohispana.

En el siglo XVIII, aparecen las primeras manifestaciones del periodismo mexicano que servía a los criollos para difundir sus estudios y su conocimiento como las Gacetas de México y el Mercurio Volante, que fue la primera revista médica de América, La Gaceta de Literatura y el Diario de México. Las reformas borbónicas llegaron también a la Nueva España y se manifiestan en la Constitución de Cádiz al proclamarse la libertad de imprenta el 5 de octubre de 1812.

Los primeros periodistas e impresores pusieron en práctica de manera abierta la inmunidad otorgada para dar a conocer su pensamiento. Se abren otros campos como son las matemáticas, la medicina, la zoología, la minería, la metalurgia, la física.

En 1822 Lucas Alamán importa de Europa una imprenta y funda con ella el periódico "El sol". En 1826 Mariano Galván Rivera inicia la publicación del Calendario "Galván" el cual llegó a tener gran demanda en los siguientes siglos y se publica en la actualidad.

Asimismo se avanzó en la renovación en la industria tipográfica, la cual llegó a alcanzar en este siglo ilustrado grandes niveles de producción y perfeccionamiento. La imprenta no estuvo exenta de cambios: se muestra fortalecida, consolidada, próspera y floreciente. También se establecieron más de quince nuevos talleres que contaron con prensas de la más variada eficacia y calidad, algunos dotados con los equipos más modernos de la época, adquiridos en Francia y Alemania, como las llamadas imprentas de cuadros móviles y las de planchas intercambiables, que facilitaban el cambio rápido de trabajo a imprimir,

ya que las planchas tipográficas se armaban en cuadros separados y no sobre el cuadro de la prensa.

Al comenzar el siglo XIX, México ya se encontraba dentro de un intercambio intelectual necesario en donde desempeñaban un papel relevante los acontecimientos políticos, económicos y sociales. La revolución francesa contribuiría a profundizar los problemas y con ello se da inicio a las traducciones y las reimpressiones de obras europeas de varias dimensiones en las décadas inmediatas a la independencia.

Durante los diez años iniciales del siglo XIX las imprentas se ocupaban casi exclusivamente en impresión de ensayos científicos y publicaciones periódicas de variado contenido, como lo son de valor cultural y educativo.

En relación al periodismo mexicano fue una etapa cuyas características generales se mantuvieron más o menos invariables hasta el advenimiento de la prensa individual a fines del siglo XIX. El tipo de periodismo fue predominante, político y polémico y se extendió hasta después de la aparición de la gran prensa empresarial, etapa revolucionaria del siglo XIX que continúa manifestándose en la actualidad.

La imprenta fue un instrumento fundamental para la propagación de la causa insurgente, cuyas publicaciones circularon en forma clandestina y en periodos breves, los impresos se desarrollaron en talleres de provincia o en prensas improvisadas portátiles, ya que las imprentas de la ciudad de México, estaban controladas casi en su totalidad por las autoridades civiles, eclesiásticas y militares.

El movimiento de Miguel Hidalgo y Costilla fue continuado por José María Morelos y Pavón y por Ignacio López Rayón. Este levantamiento insurgente fue un suceso relevante para el desarrollo de las imprentas y para la multiplicación de los periódicos. Durante el movimiento encabezado por los tres caudillos, las prensas, algunas clandestinas y otras no, se unieron para imprimir los periódicos insurgentes. Quienes encabezaron el levantamiento se preocuparon por la divulgación de sus ideas y se dieron a la tarea de informar acerca de sus acciones militares.

Los sucesos políticos fueron determinantes para que la actividad de las imprentas tomara una nueva postura. Ya que durante el periodo de la Colonia la palabra impresa circuló a través de libros, papeles y, en el último siglo, de gacetas, la situación se transformó completamente en los albores de la independencia. La cantidad de impresos se multiplicó, pero ya no fueron los libros el producto principal de las imprentas. Los papeles sueltos también conocidos como hojas, pliegos sueltos, panfletos o folletos, seguidos de los periódicos, llegaron a formar el volumen mayor de impresos.

Después de la Independencia la prensa gozó de ilimitada libertad. Durante la regencia del imperio, los intereses de los iturbidistas estuvieron representados por la gaceta imperial del gobierno de México. Los partidarios de la república editaron en Puebla “La abeja poblana” (Imagen 1.13), periódico que se conoció por ser anti imperialista y que publicó variados artículos que ayudaron a la liberación de México, como los principios de la Economía Política liberal.

La libertad de imprenta en la época posterior a la independencia, se centró en aspectos formales encaminados a liberalizar el uso de la imprenta y bibliotecas con la intención de transformar la sociedad mexicana, para restarle a la Iglesia el poder de control que ejercía sobre la vida intelectual del país.

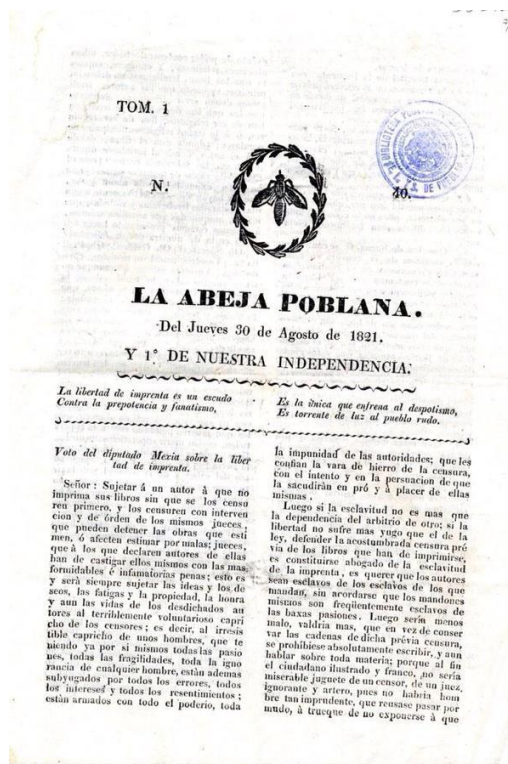


Imagen 1.13 Portada del periódico “La abeja poblana”

Los logros de los proyectos con la imprenta de hacer efectivo su reconocimiento legal y social como un instrumento de instrucción y difusión del conocimiento no se vislumbran totalmente, por los intereses políticos y la aún marcada influencia de la iglesia.

En la época de la Reforma la lucha de los liberales estuvo encaminada a dos acciones: la primera consistió en desplazar a la iglesia del monopolio de la enseñanza y la segunda, a quitarle la función de que debía determinar que podía o no leerse, así como también de lo que podía escribirse e imprimirse.

El factor social que contribuyó a modificar definitivamente el uso de la imprenta fueron las Leyes de Reforma, no porque en sí mismas estuvieran dirigidas a este propósito, sino como consecuencia de la separación entre la Iglesia y Estado, se posibilitó la rápida secularización y desarrollo cultural.

El 25 de abril de 1823 se expidió la Ley de Lares, sobre libertad de prensa, la más opresiva que había conocido el país y su efecto fue total. Esta Ley señalaba lo siguiente:

- Los impresores debían registrarse con su nombre y domicilio ante la primera autoridad política del sitio en que radicaran.
- Colocar un letrero en su establecimiento con el nombre del mismo y el del dueño.
- Los impresos debían llevar el nombre verdadero del impresor y su domicilio, lugar y año de impresión.

Se establecía una censura previa, ya que antes de publicar cualquier impreso, se otorgaría un ejemplar al Gobernador y otro a los promotores fiscales. La ley Lares es considerada como la más restrictiva de la libertad de imprenta del siglo XIX.

A finales del siglo XIX el gobierno intervino intensamente en la orientación y crecimiento de la industria editorial, por medio de una política de subsidios para el fomento de aquellas publicaciones consideradas benéficas a los intereses gubernamentales.

Estos subsidios no sólo estuvieron encaminados a industrializar la prensa y controlar el contenido de los periódicos, también se dirigió al campo de las publicaciones científicas y humanistas. La industrialización de la imprenta por medio del subsidio gubernamental creó una industria editorial deformada desde el punto de vista económico y productivo, ya que las instalaciones eran demasiado costosas para el mercado nacional. Por este motivo el libre uso de la imprenta quedó reducido a las posibilidades de los talleres artesanales que vivían de la literatura popular. ^[3]

El panorama de la historia del libro y la imprenta en el siglo XX es con toda seguridad el menos explorado, aun bajo una perspectiva parcial. Desde los primeros años del siglo XX, el libro mexicano experimentó una enorme diversidad de cambios, como la transición de la pequeña imprenta familiar a la industria editorial; el incremento constante de editoriales; de los pequeños tirajes de épocas anteriores, se llegan a publicar ediciones que alcanzaron el millón de ejemplares de un mismo libro; por otra parte los tipos y formas de publicaciones impresas se diversificaron ampliamente.

Finalmente la misma tecnología de impresión mecánica del libro evoluciona con las nuevas tecnologías, y se ha reinventado la industria de las artes gráficas, ya que se emplean ahora máquinas automatizadas no solo para la producción de libros, sino también para la producción de publicaciones periódicas, empaques, envolturas, y cualquier otro medio impreso, por lo que a continuación se hablará un poco sobre la repercusión de las artes gráficas en la economía del país. ^[4]

1.2.1 Estadísticas sobre las Artes Gráficas en México.

En los Censos Económicos 2009 por parte del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) ^[5], se delimita a las Artes Gráficas en varias actividades como:

- Impresión de libros, periódicos y revistas.
- Impresión de formas continuas y otros impresos.
- Industrias conexas a la impresión.
- Edición de periódicos integrada con la impresión.
- Edición de revistas y otras publicaciones periódicas integrada con la impresión.
- Edición de libros integrada con la impresión.
- Edición de directorios y de listas de correo integrada con la impresión.
- Edición de otros materiales integrada con la impresión.
- Diseño gráfico.

De éstas actividades en su totalidad representan el 4.9% del total de las Industrias manufactureras del país, siendo 21 458 unidades económicas dedicadas principalmente a las Artes Gráficas.

Estos establecimientos dieron empleo directo a 182 816 personas, representando el 3.9% del total de ocupación de las Industrias manufactureras. Para dar una idea de su magnitud, cabe mencionar que los empleos directos generados por la industria de las artes gráficas son 1.6% superior a los de la industria del calzado, y 51% superior a los de la industria del vestido.

De ese 3.9% de la ocupación del personal de las Industrias manufactureras, el 33.8% está concentrado en los micro establecimientos, que de un 100% de establecimientos, éstos representan el 89.5%, y generan el 12.8% de la producción total de las Artes Gráficas.

En cuanto a las actividades antes mencionadas se puede observar en la figura 1.1 como se distribuyen las unidades económicas, el personal ocupado y la producción generada:

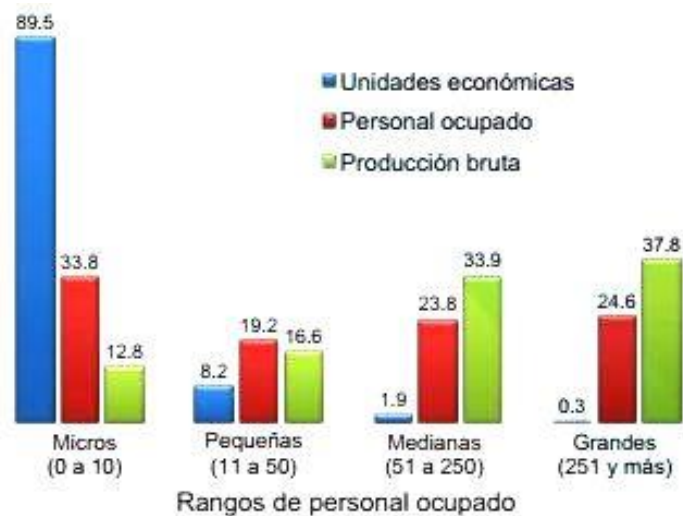


Figura 1.1 Artes gráficas: estratos de las unidades económicas (Porcentajes) [Fuente: INEGI. Censos Económicos 2009.]

La producción de la industria de impresión e industrias conexas impacta a otras actividades, entre las que se encuentran el comercio, la fabricación de productos de plásticos, la fabricación de productos de papel y cartón, la propia industria de la impresión e industrias conexas, y el autotransporte de carga, por citar algunos ejemplos.

Para generar su producción, la impresión e industrias conexas demandan insumos principalmente de las siguientes actividades enlistadas en la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Porcentaje de demanda a actividades económicas para la impresión. [Fuente: INEGI. Censos Económicos 2009.]

Denominación de la actividad	Porcentaje respecto al total de la Demanda intermedia
Total	100.0
Fabricación de celulosa, papel y cartón	23.0
Comercio	11.9
Fabricación de productos plásticos	8.6
Fabricación de productos de papel y cartón	6.1
Impresión e industrias conexas	5.4
Autotransporte de carga	4.6
Fabricación de otros productos químicos	4.4
Alquiler sin intermediación de viviendas y otros inmuebles	4.1
Servicios de empleo	3.3
Servicios de contabilidad, auditoría y servicios relacionados	1.9
Generación, transmisión y suministro de energía eléctrica	1.7
Servicios de consultoría administrativa, científica y técnica	1.5
Servicios de publicidad y actividades relacionadas	1.5
Otras actividades	21.8

El destino de la producción se destina a cubrir principalmente la demanda intermedia (Tabla 1.2), que se define como la producción de un bien o servicio puede ser utilizada como insumo en un proceso productivo y en menor proporción la demanda final (Tabla 1.3), la cual se refiere a aquellos bienes o servicios que ya no son transformados en el proceso productivo, que puede ser demandada por las familias, gobierno, empresas o para la exportación.

Tabla 1.2 Porcentaje destinado a actividades económicas de la impresión (Demanda intermedia) [Fuente: INEGI. Censos Económicos 2009.]

Denominación de la actividad	Porcentaje respecto al total de la Demanda intermedia
Total	100.0
Inmobiliarias y corredores de bienes raíces	8.6
Agencias de viajes y servicios de reservaciones	7.1
Alquiler sin intermediación de viviendas y otros inmuebles	5.8
Impresión e industrias conexas	4.2
Confección de prendas de vestir	3.6
Servicios de contabilidad, auditoría y servicios relacionados	3.1
Comercio	3.1
Servicios de publicidad y actividades relacionadas	2.6
Industria fílmica y del video	2.4
Fabricación de partes para vehículos automotores	2.4
Dirección de corporativos y empresas	2.3
Servicios de mensajería y paquetería foránea	2.2
Otras actividades	52.6

Tabla 1.3 Porcentaje destinado a actividades económicas de la impresión (Demanda final) [Fuente: INEGI. Censos Económicos 2009.]

Componentes de la Demanda final	Porcentajes respecto a la Demanda final
Total	100.0
Consumo privado	156.9
Consumo de gobierno	27.4
Formación bruta de capital fijo	0.5
Variación de existencias	24.8
Exportaciones	60.1
(-) Importaciones	-169.7

La producción generada por la industria de la Impresión se encuentra localizada principalmente en 26 de los 2 456 municipios, al aportar el 74.4% de la producción total:

- 11 delegaciones del Distrito Federal generaron el 37.8% de la producción del país.
- 4 municipios del Estado de México el 9.0%
- 3 municipios del estado de Querétaro el 7.2%

En la figura 1.2 se observa con detalle los principales municipios que más producen.



Figura 1.2 Impresión e industrias conexas, municipios que más producen (Porcentajes) [Fuente: INEGI. Censos Económicos 2009.]

1.3 Áreas de las Artes Gráficas.

Al ser las Artes Gráficas una industria, se denotan los procesos o áreas que involucran de principio a fin el planteamiento y diseño de una seña visual que se desea distribuir, la producción en masa, hasta la preparación para su próxima distribución al público; se describe a continuación tales procesos.

1.3.1 Diseño gráfico.^[6]

Como definición, el diseño gráfico es una profesión cuya actividad consiste en concebir, programar, proyectar y realizar comunicaciones visuales, producidas en general por medios industriales y destinados a transmitir mensajes específicos a grupos sociales y con objetivos claros y determinados. Tal actividad posibilita comunicar gráficamente ideas, hechos y valores procesados y sintetizados en términos de forma y comunicación, factores sociales, culturales, económicos, estéticos y tecnológicos.

1.3.2 Pre-prensa.

Pre-prensa es un término utilizado en la industria de las Artes Gráficas para el proceso y procedimientos que ocurren entre la creación de la disposición de la impresión hasta la impresión final. Los procedimientos que se incluyen en la pre-prensa son la manufactura de la plancha de impresión, el grabado de la imagen en dicha plancha, la preparación para el montaje, así como el ajuste de las imágenes y textos en las planchas.^[7]

Para la realización de la impresión, en pre-prensa se realiza el grabado de las imágenes en la plancha, por lo que se emplean varios métodos, estos son el uso de semitonos, la descomposición de colores, ángulos de trama, registros y las barras de color:

- **Semitonos.** Los semitonos se emplean para poder lograr el efecto de sombreados de grises, ya que como tales en la impresión no se pueden realizar, por lo que los grises se deben simular descomponiendo la imagen en pequeños puntos; los puntos son mayores en las zonas oscuras y muy pequeños en las claras, de tal modo que el efecto impreso son sombreados grises.^[2]

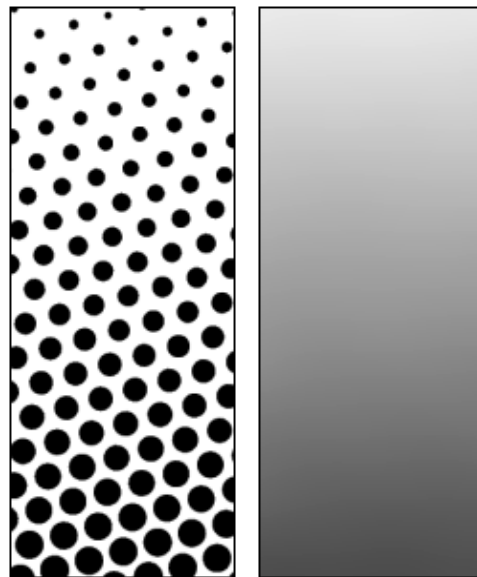


Imagen 1.14 Izquierda: Puntos de semitonos. Derecha: Efecto visual de los puntos impresos.

- **Separación de colores.** El efecto óptico en el ojo humano respecto al color total se consigue al descomponer la imagen original en cuatro componentes, que corresponden a los tres colores básicos de impresión que son cian, magenta y amarillo, más el negro, que se añade para conseguir un detalle más fino y mayor densidad de color en las zonas oscuras. Este proceso responde a las siglas CMYK (*Cyan, Magenta, Yellow, Key*), donde la K (*key, clave*) corresponde al negro para evitar confusiones con el azul (en inglés *blue*). Esta separación se le conoce como cuatricromía.^[2]



Imagen 1.15 Separación de colores en cuatricromía y sus efectos al combinarlos.

- **Ángulos de tramas.** Cuando se confeccionan las planchas, las hileras de puntos, o tramas, deben colocarse en ángulos correctos, o de lo contrario puede producirse el efecto moaré (choque o superposición indeseada de los ángulos de trama) (Imagen 1.16).

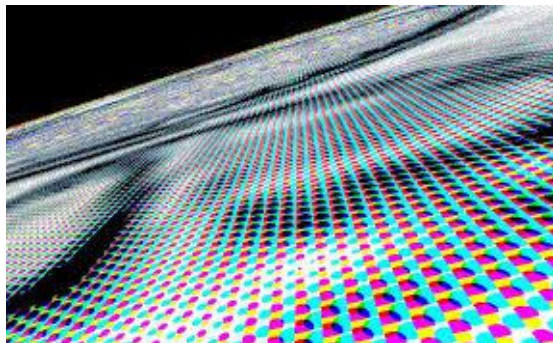


Imagen 1.16 Ejemplo visual del efecto moaré

En la cuatricromía el negro se coloca en un ángulo de 45°, el magenta a 75°, el cian a 105° y el amarillo a 90° (Imagen 1.17). Este ángulo produce los puntos

más visibles. Los cuatro colores se superponen para aportar una reproducción de color total de la imagen original. Los ángulos dependen en realidad de cuantos

colores serán usados en la impresión y de la preferencia del impresor, por lo que los ángulos fueron originados por convención a prueba y error. [2]

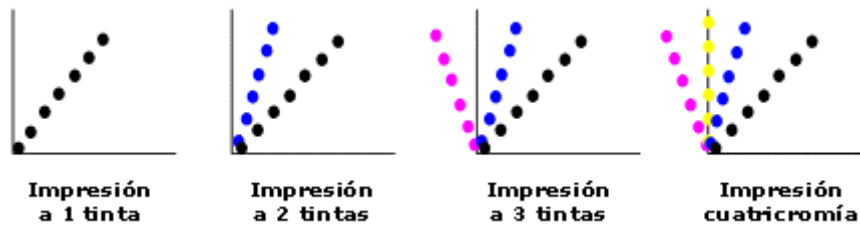


Imagen 1.17 Colocación de los puntos para el ángulo de tramado.

- Registro.** El registro es la sobreimposición correcta de un color sobre otro color. Esto se emplea al imprimir en dos o más pasadas para que las impresiones coincidan sin traslaparse (Imagen 1.18). Una guía de registro básica se compone de un círculo de no más de 5 milímetros, atravesado por dos líneas cruzadas proporcionalmente más grandes que el círculo, formando así un retículo (Imagen 1.19). Es imprescindible que el mismo retículo esté presente en cada uno de los colores a imprimir y en la misma ubicación, de modo que sirva de guía al impresor cuando imprima un color sobre el otro. En una impresión común que se usa cuatricromía (CMYK), un mal registro se puede apreciar cuando los retículos no se imprimen uno encima del otro, esto se le conoce como impresión fuera de registro. [8]



Imagen 1.18 Ejemplo de imagen en registro (izquierda) y la misma fuera de registro (derecha).

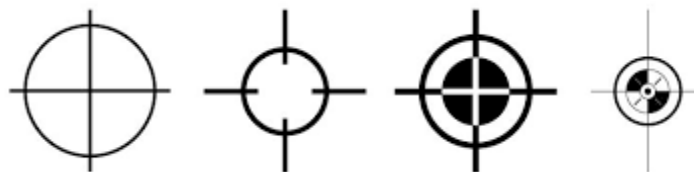


Imagen 1.19 Ejemplos de retículas de registro.

- **Barras de color.** Las barras de color sirven para realizar pruebas de color en las hojas impresas. Estas pruebas se pueden leer con un densitómetro para comprobar que los colores impresos tienen la misma densidad que se indica en la barra de color de la prueba. Los avances más recientes en tecnologías de la impresión permiten que la computadora que controla las tintas interprete esta información automáticamente. Como se muestra en la imagen 1.20 se emplean diferentes cuadros en las barras de color para mostrar la densidad de los tonos sólidos, de los colores sobreimpresos, además de cómo se comportan los puntos de los semitonos y los ángulos de trama en el balance de grises. ^[2]

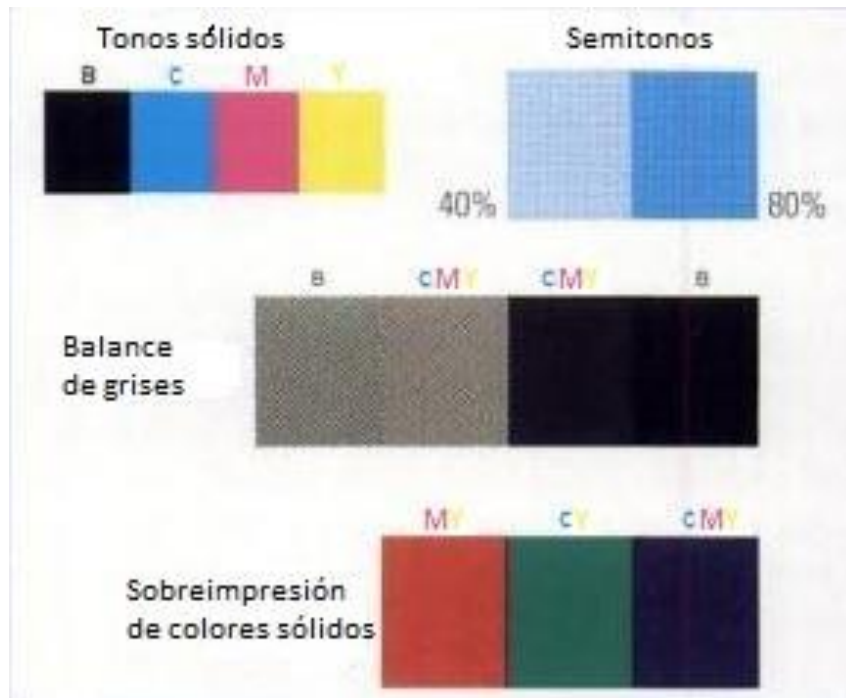


Imagen 1.20 Ejemplos típicos de cuadros empleados en las barras de color.

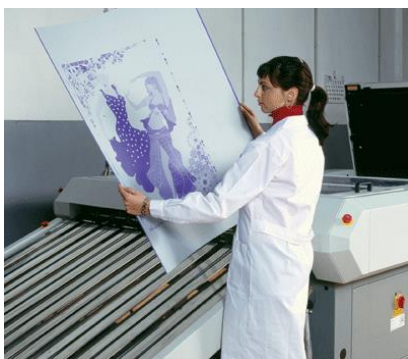


Imagen 1.21 Plancha recién revelada en un CTP

El grabado de las planchas de impresión litográfica *offset* se realiza utilizando el sistema CTP. En el sistema CTP se emplea una filmadora de planchas para transmitir directamente la imagen desde el archivo electrónico a la plancha (Imagen 1.21), normalmente usando un láser.

Al conjunto de procedimientos utilizados en cualquier ambiente de pre-prensa es conocido como flujo de trabajo, y estos varían dependiendo del tipo de impresión utilizada, el producto final y la implementación de tecnologías específicas, como por ejemplo el empleo de máquinas CTP. ^[2]

CTP. ^[2]

1.3.3 Impresión. ^[2]

La impresión es el proceso para la reproducción de textos e imágenes. Actualmente es posible imprimir sobre gran diversidad de materiales, siendo necesario utilizar diferentes sistemas de impresión en cada caso. Se puede realizar de tanto de forma artesanal, doméstica, comercial o industrial a gran escala, y es una parte esencial de la edición de libros y toda clase de publicaciones impresas.

Los principales procesos de impresión se pueden definir en relación con las características físicas de las superficies de impresión que se usen. La impresión tipográfica (Imagen 1.22a) es un proceso en “relieve” en el que la imagen que debe imprimirse sobresale del fondo. La litografía (Imagen 1.22b) es “planográfica”, ya que tiene una superficie de impresión plana: el área de imagen se trata químicamente para que acepte la tinta y rechace el agua, mientras que el área de no imagen se trata para que acepte el agua y rechace la tinta. En el huecograbado (Imagen 1.22c), la imagen a imprimir queda empotrada dentro del cilindro con diminutas celdas que se llenan con tinta líquida. Al área de no imagen se le limpia toda la tinta con una cuchilla. Así pues, la tinta se transfiere al papel desde las celdas empotradas.

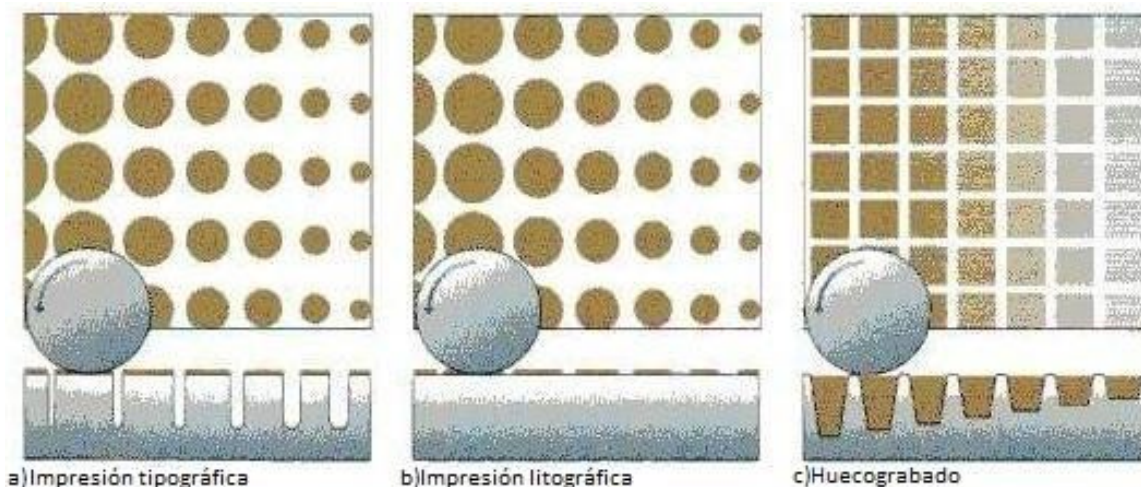


Imagen 1.22 Principales procesos de impresión.

En todos los procesos de impresión existe una fase de puesta a punto, que consiste en el conjunto de operaciones que se llevan a cabo en la máquina de imprimir antes de que salgan las primeras impresiones aceptables. Estas operaciones incluyen el ajuste de la máquina al tamaño y grosor del papel, la colocación de las planchas, la elección de las tintas, la colocación del papel y la comprobación de color y registro mediante impresiones de prueba.

Existen dos tipos de alimentación del material a imprimir, una es por hojas individuales y la otra por bobinas de papel. En el primero el “alimentador” de la máquina va tomando las hojas una por una y las conduce hacia los cilindros de impresión. Para la alimentación de bobina el papel se suministra en forma de rollo. El papel es conducido mientras se desenrolla hacia los cilindros impresores al igual que la alimentación por hojas, pero la velocidad de impresión puede ser mucho más alta ya que no tiene que detenerse para tomar las hojas una a una.

En la actualidad la impresión se puede lograr mediante varios métodos, algunos más utilizados que otros como lo es la impresión *offset* comparada con la impresión tipográfica. A continuación se mencionaran los tipos de impresión que se utilizan en la actualidad:

- **Litografía/offset.** Es el proceso predominante hoy en día, y se usa para una amplia variedad de productos. La base del procedimiento litográfico fue inventada por Senefelder en Baviera en 1798, pero no fue hasta principios del siglo XX, al aplicarse el principio “*offset*”, cuando la litografía empezó a emplearse en impresión comercial. Desde la década de 1960 ha ido convirtiéndose progresivamente en el método principal de impresión. Más adelante se describirá con detalle el proceso.
- **Impresión digital.** Este método de impresión es ideal para tiradas cortas de trabajo en color o blanco y negro. A diferencia de la mayoría de sistemas de impresión, en este caso no se requiere película ni plancha, ya que desde un archivo digital se transfiere la imagen de forma digital al dispositivo de impresión. Entre los tipos de impresión digital se encuentra la impresión láser, la magnetografía, la electrografía (Imagen 1.23) y la impresión a chorro de tinta.

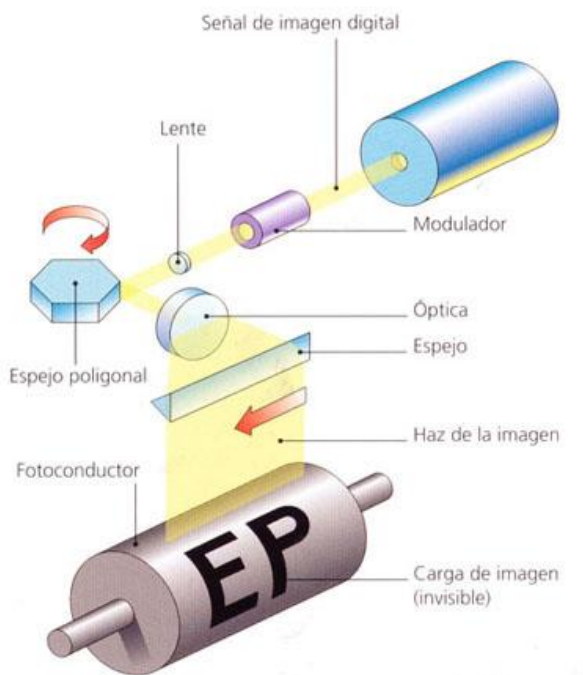


Imagen 1.23 Proceso de impresión electrográfica. Se da una carga positiva de electricidad estática a un tambor fotoconductor; la imagen digital se proyecta sobre la superficie del tambor; la carga positiva permanece en las áreas de imagen, pero se elimina de las áreas de no imagen por medio de la luz reflejada.

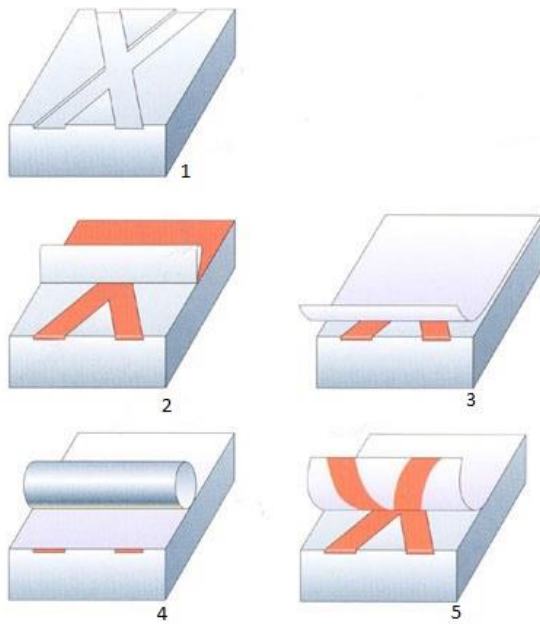


Imagen 1.24 Proceso de impresión en huecograbado

- Huecograbado.** En el proceso de impresión de huecograbado (desarrollado en el siglo XIX), la imagen a imprimir está hundida en la plancha o cilindro (Imagen 1.24.1), y está formada por celdas grabadas, que son rellenadas con tinta líquida y varían en profundidad, de manera que depositan la cantidad de tinta adecuada en cada parte de la imagen impresa. Una cuchilla pasa raspando a lo largo de la superficie de la plancha o cilindro para llevarse el exceso de tinta (1.24.2). El papel es alimentado a través de la prensa mediante un cilindro recubierto de goma que presiona el papel contra las celdas empotradas (1.24.3 y 4)

para que recojan las gotas de tinta que forman la imagen (1.24.5). La tinta se seca por evaporación en un túnel de secado caliente inmediatamente después de la impresión.

- Serigrafía.** En la serigrafía, el proceso de impresión se realiza mediante el uso de un cliché, cortado a mano u obtenido digital o fotográficamente, que se sitúa sobre una malla de fibra sintética o metal. La malla se tensa sobre un marco de madera o metal, y la tinta se expande a través de la malla por medio de una regleta de goma que aprieta la tinta a través de la malla hacia las áreas de la imagen. El cliché se encarga de evitar que la tinta vaya a las zonas de no imagen.
- Tipografía.** La impresión tipográfica fue el proceso principal de impresión hasta 1970. Este tipo de impresión se sigue usando, sin embargo, de manera muy especializada en prensas privadas para ediciones limitadas de libros de corta tirada.
- Flexografía.** (Imagen 1.25) Este proceso deriva de la impresión en tipografía y utiliza planchas flexibles de fotopolímero y tintas fluidas y claras que se secan por evaporación. Este proceso se usa principalmente para embalajes como celofán, láminas de plástico o metal. La tinta se distribuye mediante un rodillo conocido como *anilox*, construido en metal y tiene un recubrimiento de cerámico industrial, con acabado en celdas de tamaño microscópico.

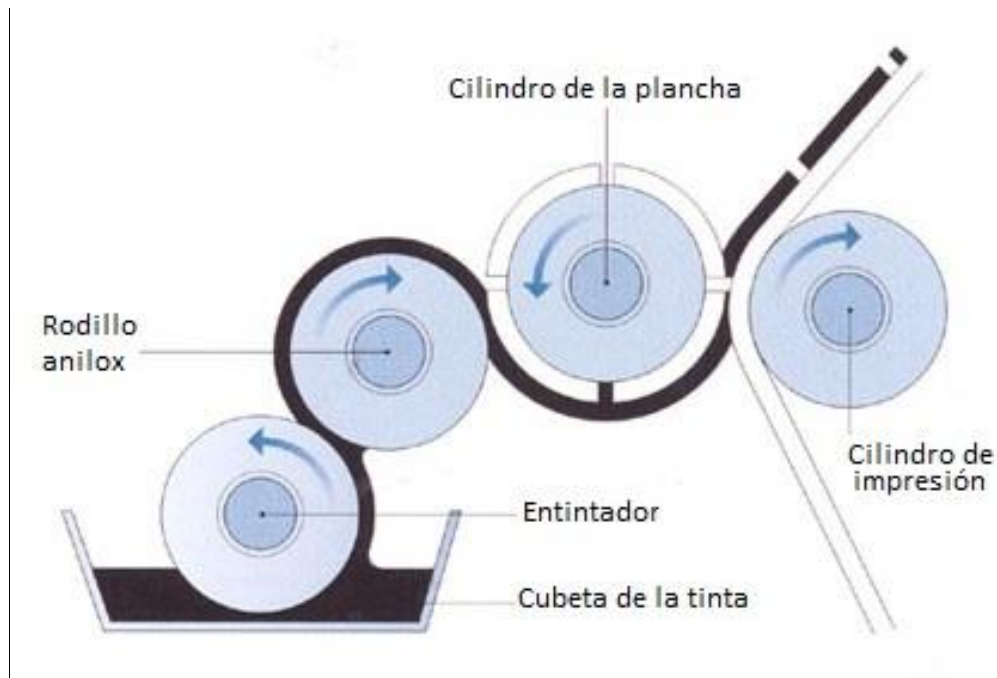


Imagen 1.25 Esquema del proceso de impresión flexográfica.

- **Colotipia.** Este proceso es de tipo planográfica. La imagen a imprimir está contenida en una película de gelatina foto-sensibilizada con un tratamiento de bicromato de amonio. La gelatina se extiende como una película sobre una gruesa hoja de plancha de cristal o de metal, se pone en contacto con un negativo fotográfico y se expone a la luz, luego la gelatina se endurece en función de la luz recibida. Cuanto más dura sea la gelatina, más tinta aceptará.
- **Termografía.** En este proceso, la imagen se imprime primero de forma convencional mediante impresión tipográfica u *offset* usando una tinta adhesiva. La imagen entintada se recubre luego con una resina termoplástica en polvo y el exceso se retira de las áreas de no imagen. Las hojas o cartulinas impresas se exponen al calor de manera que la resina termoplástica se funde con la tinta formando una fuerte imagen con relieve.
- **Impresión lenticular.** Se laminan lentes plásticas con graduación óptica sobre dos imágenes impresas dando la impresión de movimiento, o un efecto tridimensional o de doble imagen al mover la mano o el ojo.

1.3.4 Acabado ó post-prensa. ^[2]

El proceso de impresión no sé concluye cuando el papel sale con la imagen impresa, después de eso el papel o el sustrato impreso debe pasar por algunas etapas para llegar al producto final mediante acabados; estos acabados pueden ser varios y muy diversos: cortes, dobleces, alzados, encuadernado, barnices, laminados, perforados, etc. a todos estos procesos, se les conoce como post-prensa.

Se puede definir a la post-prensa como el conjunto de procesos que se siguen después de la impresión, para que el producto impreso este terminado y listo para ser utilizado en la comunicación de un mensaje.

A continuación se describen algunos de los procesos de acabado:

- **Cortes.** En algún momento del proceso el artículo impreso ha de pasar por la operación de corte, ya sea antes de su impresión o en el proceso de acabado. Si el papel viene en rollos o bobinas se usará una cortadora de bobina; en cambio, si se parte de un papel ya cortado en hojas, se usa una máquina cortadora denominada guillotina (Imagen 1.26), que comprende una platina de apoyo, unas escuadras traseras de acero movibles que colocan el papel en la posición exacta, una cuchilla eléctrica muy afilada y un travesaño o pisón que mantiene el papel sujeto en el lugar donde se ha de realizar el corte.

Hoy día la mayoría de cortadoras disponen de dispositivos que permiten programarlas mediante el uso de computadoras. En este caso, el programa mueve de forma automática las escuadras traseras a la posición requerida para el siguiente corte.



Imagen 1.26 Guillotina computarizada Polar115

- Plegado.** Es el proceso por el cual se dobla un pliego de papel para darle forma ya sea a un libro o un folleto. Este proceso se lleva a cabo en una máquina plegadora. Las hojas planas entran por un extremo de la máquina y son expulsadas en secciones dobladas según como se planeo en la pre-prensa. Las máquinas plegadoras son fundamentalmente de dos tipos: plegadoras de cuchillas (Imagen 1.27.1) y de bolsas (Imagen 1.27.2), o una combinación de ambas.

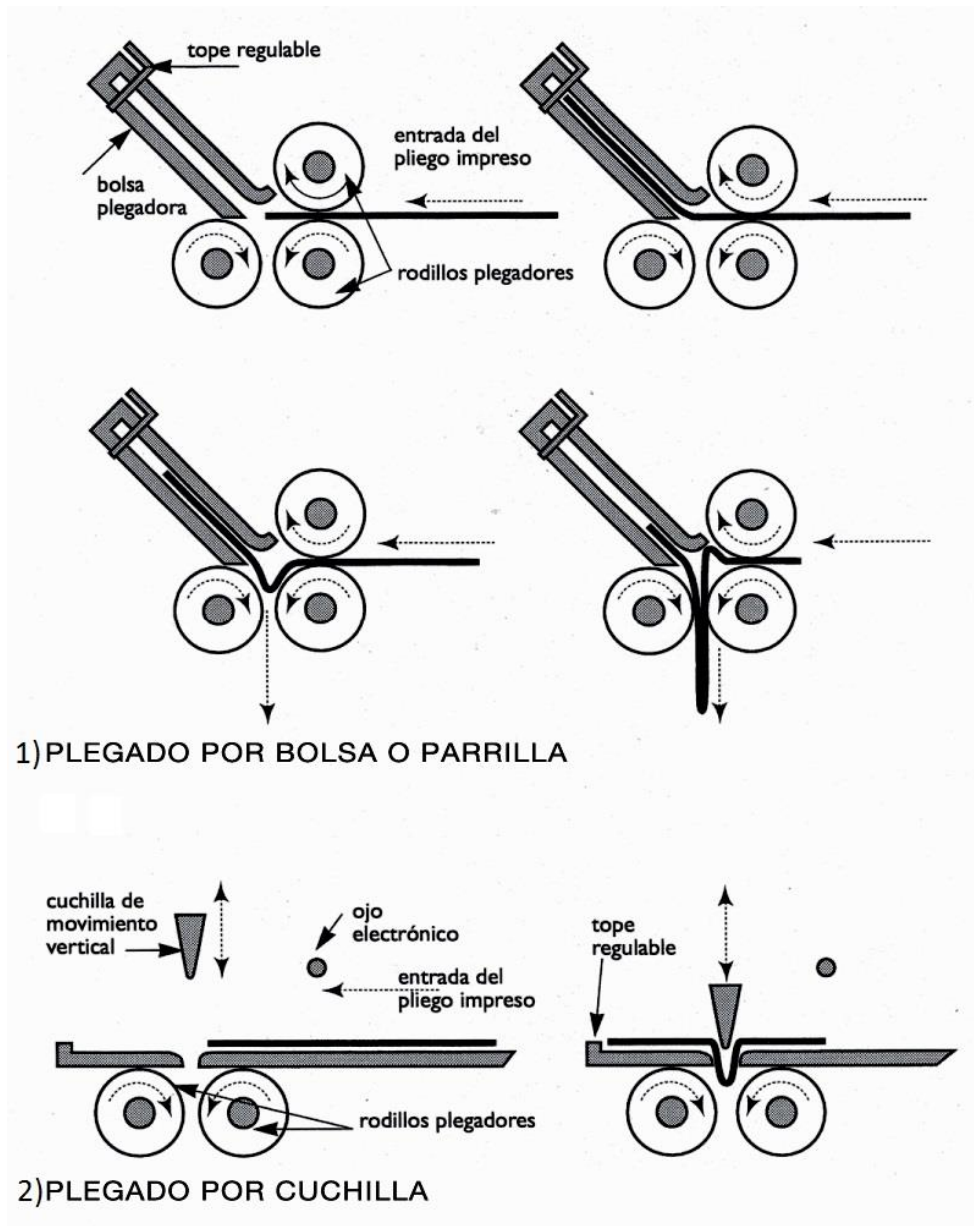


Imagen 1.27 Configuraciones de las máquinas plegadoras.

- **Encuadernación.** (wikipedia) Es la acción de coser, pegar, grapar o fijar varios pliegos o cuadernos generalmente de papel y ponerles cubiertas. Los tipos de encuadernación tienen por objeto procurar tres factores: conservación, fácil manejo y presentación artística y comercial. En la venta habitual de libros comerciales se distingue entre las encuadernaciones de tapa dura y las encuadernaciones de tapa blanda, la encuadernación de tapa dura recibe el nombre de encuadernación cartoné, mientras que las de tapa blanda reciben varios nombres según el sistema empleado, por ejemplo el nombre de encuadernación de tapa blanda o encuadernación grapada.



Imagen 1.28 Máquina automatizada para encuadernación grapada.

- **Troquelado.** También se conoce como “corte y hendido”. En este proceso se crea la forma que se troquelará con una serie de cuchillas desafiladas para el hendido y afiladas para el corte. Estas cuchillas se colocan sobre una plancha de madera que funcionará como el troquel y a su vez se rodean de espuma dura que servirá como estabilizador para el proceso de troquelado (Imagen 1.29). Después el pliego se coloca sobre las cuchillas y otra placa realiza presión sobre el material y las cuchillas, realizando el troquelado. Este proceso se emplea principalmente para la creación de cajas de cartón, en las que se tiene que cortar en formas regulares y las esquinas deben estar hendidas.



Imagen 1.29 Dado para máquina de corte y hendido.

- **Barnizado.** <https://edicionenlauba.files.wordpress.com/2011/03/post-prensa.pdf>
Consiste en extender una capa fina de barniz transparente (brillo, mate, semimate, etc.), generalmente realizado en línea con la impresión o como un proceso independiente. Se da a toda la superficie del pliego o parcialmente. Servirá especialmente como protección de la imagen impresa. El barniz evita roces o ralladuras y da al impreso mucho más realce y vistosidad.

Puede ser de diferentes tipos: barnizado de máquina (generalmente base aceite o base agua), barnizado ultravioleta o UV (barnices que reaccionan ante luz ultravioleta) y barnizado en serigrafía.

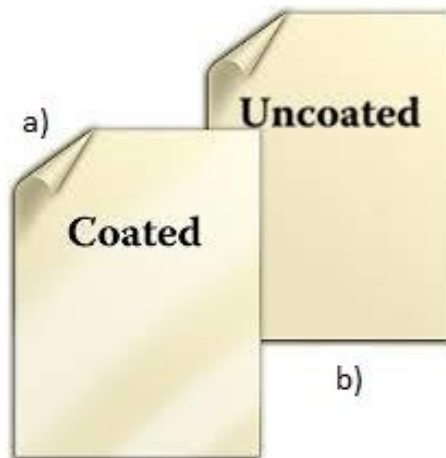


Imagen 1.30 Efecto visual de la capa de barniz. a) Hoja barnizada. b) Hoja sin barniz.

1.4 Litografía.^[9]

1.4.1 Orígenes.

A principios del siglo XIX la impresión tipográfica dispuso de nuevos medios mecánicos orientados hacia la producción a escala industrial. Lo mismo sucedió con la impresión calcográfica. A estos procedimientos se añadió un tercero: la litografía.



Imagen 1.31 Aloys Senefelder

La denominación de impresión litográfica data del año 1804 aproximadamente, después de haber pasado algunos años desde su descubrimiento, ocurrido alrededor del año 1796 por Aloys Senefelder (Imagen 1.31).

El descubrimiento se realizó, según las propias palabras de Senefelder, una mañana de 1796 mientras alisaba una piedra para tratarla después con agua fuerte (ácido nítrico) y seguir con sus experimentos de escritura invertida, cuando su madre le pidió realizar una nota para la lavandería y no tenía papel para apuntar, por lo que tomó un lápiz grueso y apuntó sobre la piedra que estaba puliendo. Después quiso borrar la escritura de la piedra, pero en lugar de borrarla, trató la piedra con el agua fuerte y las zonas donde no fueron marcadas con el lápiz grueso fueron corroídas, dejando en relieve lo marcado con el lápiz grueso.

La etimología del vocablo litografía (del griego *lithos*, piedra, y *grapho*, escribir) concreta la cualidad y la función práctica de la forma: escribir en la piedra para poder efectuar la impresión.

Se puede describir la técnica litográfica de la siguiente manera:

- **Preparación de la matriz.** Se basa en la natural penetración o adherencia de las sustancias grasas o resinosas que componen la tinta litográfica utilizada para dibujar sobre la superficie lisa o graneada de la piedra, del zinc, o del aluminio. Esta adherencia es algo más que una simple acción física. De ella se deriva un efecto químico, porque entre el compuesto empleado (tinta) y su receptor se forma una sustancia llamada jabón calcáreo o metálico, que se considera como la base estable de la matriz original realizada.
- **Uso de la matriz.** La impresión con la matriz se efectúa aprovechando la natural incompatibilidad entre el agua y las sustancias grasas, lo que permite el entintado de la imagen. El fenómeno de la repulsión es favorecido por la porosidad natural de la piedra y por los efectos químicos de la preparación, que es una solución ácida o salina que se extiende sobre la superficie de la piedra después de haber fijado

en ella la imagen; tratándose de zinc o aluminio la repulsión se favorece con el granado que, al aumentar la superficie de la plancha ayuda a la retención del agua de manera uniforme en las zonas no impresoras. La preparación actúa únicamente para mantener un equilibrio estable en la repulsión.

- **Impresión.** Se obtiene mediante presión, ejercida sobre la superficie de la matriz previamente entintada al ponerla en contacto con una hoja de papel o de otro soporte imprimible.

Las primeras imágenes obtenidas con el procedimiento litográfico pueden clasificarse en tres grandes categorías:

1. Imágenes obtenidas mediante la ejecución directa sobre el soporte matriz, que permitía un depósito inmediato de la sustancia grasa, esta técnica se conoce como a la pluma y al pincel.
2. Imágenes obtenidas realizando el trabajo de formación de la matriz sobre un soporte provisional que a continuación se decalcaba sobre la matriz, conocida la técnica como al lápiz.
3. Imágenes obtenidas actuando directamente sobre la matriz previamente tratada con puntas metálicas, produciendo un grabado en hueco que luego se rellenaba de tinta para la impresión. Éstas son las conocidas como técnicas de grabado.

1.4.2 Técnicas de reproducción litográfica.

De las técnicas que se presentaron se puede decir que ofrecen la posibilidad de reproducir las formas con imágenes provenientes de matrices preexistentes y el depósito de la sustancia grasa no se efectúa directamente sobre la superficie de la piedra o del zinc, sino indirectamente. Éstas técnicas son las primeras en haberse utilizado por lo que se les denomina antiguas.

- **Técnica de la autografía.** Esta técnica permite transferir sobre la superficie de la piedra o del zinc una firma o un texto autógrafo, dibujos geométricos, etc., realizados sobre un papel especial con tinta o lápiz litográficos. Se emplea papel al cual se le extiende una capa gelatinosa compuesta por cola, almidón y goma; después se utiliza lápiz, pluma o pincel para realizar el manuscrito. Una vez seca la tinta se decalca sobre la superficie de la piedra litográfica o del zinc, transfiriendo la capa gelatinosa del papel a la superficie de la matriz, quedando la matriz lista para el tratamiento litográfico normal.
- **Técnica del transporte litográfico sobre piedra o zinc.** Una de las ventajas más notables del proceso de impresión litográfica es la de poseer un medio que permitía imprimir sin el empleo de la matriz original, evitándose así su fácil y

rápido desgaste. El descubrimiento de esta técnica se debe al mismo inventor Senefelder, que hizo uso de ella desde los primeros años de su invento. El proceso es el siguiente:

1. Se imprime con tinta de transporte copias con las que se ha de transmitir la imagen de la matriz original al papel húmedo de transporte, semejante al papel autográfico.
2. Se traza y se fija las copias impresas.
3. Se decalca sobre la piedra o plancha de zinc que constituirá la nueva matriz impresora, mediante repetidas presiones y humectaciones hasta que el papel de transporte ceda toda la tinta y se forme la nueva base grasa sobre la forma.
4. Se separa el papel de transporte de la superficie, empleando una esponja y agua abundante.
5. Se retocan las partes imprecisas o mal entintadas con tinta litográfica.
6. Se entinta la matriz con un rodillo de mano y se espolvorea con polvo de talco.
7. Se eliminan imperfecciones a la imagen con piedra pómez prensada y se realiza la preparación de la matriz para formar la capa hidrófila repelente de la grasa.
8. Se extiende una capa preservativa de goma arábica.

En la actualidad las técnicas de reproducción nacieron con las primeras tentativas de reproducción fotolitográfica, las cuales fueron una imitación de la técnica fotográfica: extendían sobre planchas de zinc o de cobre sustancias sensibles a la luz y, después de hacerlas secar, las exponían a la luz solar bajo una imagen realizada en papel transparente. Al revelarlas las partes no heridas por la luz se disolvían, dejando el sitio disponible para que la tinta grasa especial se adhiriera fuertemente a la plancha, haciendo así posible la impresión. Pero también cuando intentaron reproducir con este sistema los semitonos, los resultados fueron pocos satisfactorios hasta que llegó la invención de la trama.

Este principio fundamental ha permanecido hasta el día de hoy, pero experimentando avances tecnológicos, como nuevas clases de planchas y nuevos sistemas y productos para su elaboración, como el uso del CTP.

Existen varios tipos de planchas de impresión.

- **Planchas normales de zinc y aluminio.** (Imagen 1.32) Cronológicamente, el zinc fue el primer metal que se empleó. Actualmente se prefiere el aluminio, por su mayor hidrofilia, por su grano más fino y porque se oxida más difícilmente que el zinc. Estas planchas suelen tener un espesor de 0.4 a 0.6 milímetros y pueden recuperarse mediante el graneado.



Imagen 1.32 Plancha de aluminio empleada en la impresión.



Imagen 1.33 Plancha presensibilizada antes de ser tratada.

- **Planchas presensibilizadas.** (Imagen 1.33) Se basan en el principio de que las sales diazoicas poseen la característica de ser receptoras de la tinta y de disolverse con sustancias adecuadas al ser impresionadas por la luz. Estas planchas se presentan exteriormente recubiertas por una capa uniforme de estas sales, extendidas durante el proceso de su fabricación (presensibilización). Éste tipo de planchas se revelan mediante el uso del CTP.
- **Planchas polimetálicas.** Esta clase de planchas es de concepción diferente de las anteriores. En ellas se aprovecha la diferente receptividad al agua y a la tinta de los diferentes metales, por ejemplo, el cromo tiene mayor afinidad con el agua que el cobre; éste a su vez, tiene mayor afinidad con la tinta que el cromo. Basándose en este principio, las planchas polimetálicas están formadas por una capa superior de cromo afín al agua (zonas no impresoras), y una capa subyacente de cobre, afín a la tinta (zonas impresoras).

1.4.3 Máquinas de impresión litográfica.

Durante los cincuenta primeros años de la litografía, la prensa fue la única máquina de imprimir que, construida con mecanismos bien definidos, respondía perfectamente a las múltiples exigencias de las variadas técnicas manuales empleadas en la reproducción litográfica sobre piedra.

En la evolución de la maquinaria litográfica, la prensa ocupaba, en cuanto a la producción se refiere, un puesto de limitada importancia. Exceptuando la primera prensa de Senefelder, en la que el plano en que se coloca la piedra es fijo y la cuchilla móvil, en los otros tipos, el carro porta-piedra es siempre móvil, o sea, que tiene un movimiento

deslizante bajo la cuchilla; ésta, mediante un sistema de palancas combinadas, ejerce la presión necesaria.

Las diversas prensas litográficas de impresión directa son:

- **De cuchilla deslizante**, a las que pertenecen las primeras prensas litográficas construidas por Senefelder (Imagen 1.34). Ejemplo: la prensa de barra, éstas se construían completamente de madera y comparándolas con la primitiva prensa usada por Senefelder tenían un rendimiento muy superior.



Imagen 1.34 Prensa utilizada por Senefelder.

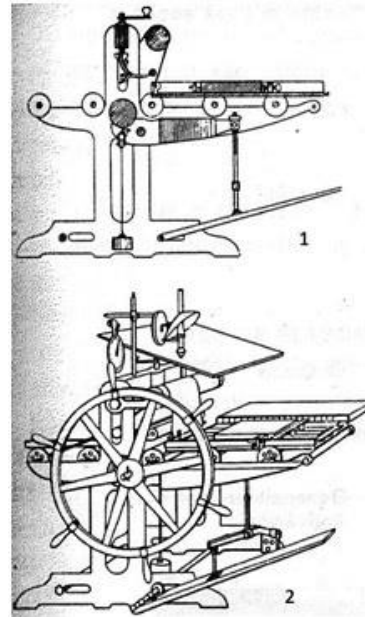


Imagen 1.35 Prensas de Engelmann y Grimpé.

- **De carro deslizante, con presión central.** Ejemplo: la prensa de Grimpé (Imagen 1.35.2) y de Engelmann (Imagen 1.35.1) de esmerada construcción en hierro. La cuchilla, combinada con láminas de acero, estaba dispuesta oblicuamente respecto a la piedra litográfica.
- **De carro deslizante y presión bilateral.** Ejemplo: la prensa de Brisset (Imagen 1.36), que puede considerarse como la prensa litográfica clásica; era simple, cómoda y robusta y elástica en la presión. Todavía se usa hoy en día.



Imagen 1.36 Prensa de Brisset.

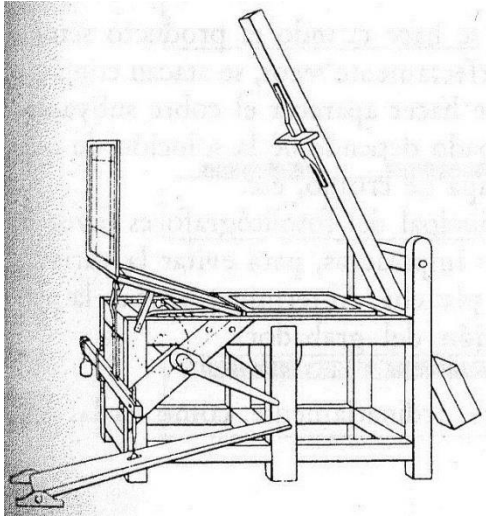


Imagen 1.37 Prensa de Mitteret.

- **De carro deslizante y cuchilla con barra.** Ejemplo: la prensa de Mitteret (Imagen 1.37), primera en el orden cronológico después de la de Senefelder. Primitiva en su construcción, sirvió de principio y base para las construcciones posteriores con la sustitución de la maza porta cuchilla.

- **Prensa sin cuchilla.** Ejemplo: prensa de François y Benoits (Imagen 1.38). Característica por su solidez y simplicidad. Imprimía un ejemplar a la ida y otro al refreso del carro, eliminando varias operaciones, indispensables en los otros modelos.

- **Las llamadas prensas inglesas.** Ejemplo: prensa de Schlicht. La presión de la cuchilla se ejercía verticalmente sobre la piedra, y se graduaba por medio de un tornillo central llamado tornillo de presión.

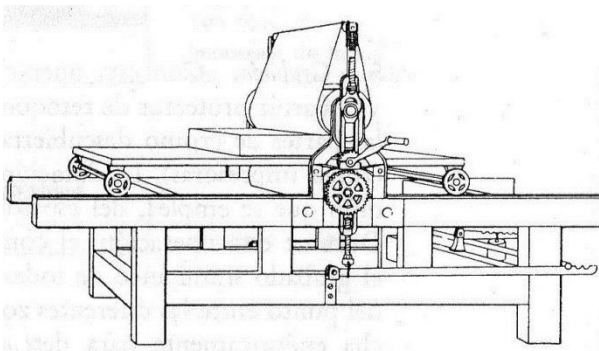


Imagen 1.38 Prensa de François y Benoits.

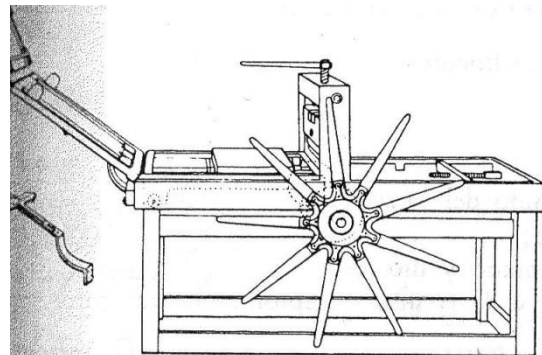


Imagen 1.39 Prensa de Schlicht.

En los primeros años del siglo XX, la aplicación del zinc favoreció la transformación de la impresión litográfica de directa a indirecta u *offset*, que resulta más práctica porque permite la posibilidad de imprimir sobre cualquier clase de papel, con ventaja en la impresión policroma sumamente facilitada con la reproducción fotolitográfica.

Las prensas de impresión indirecta se pueden clasificar como sigue:

- **Prensas a mano.** En estas prensas todas las operaciones de impresión se realizan manualmente.
- **Prensas semiautomáticas.** En estas prensas las operaciones de mojado, entintado e impresión se hacen automáticamente. Sólo la alimentación y la extracción del pliego se efectúan a mano.

La estructura mecánica es común a todas las prensas indirectas. Un basamento sostiene dos planos contiguos, uno para la plancha de zinc y el otro para papel. Ambos planos tienen la posibilidad de poder ser regulados en cuanto a la altura.

Encima de los planos rueda un cilindro impresor revestido de caucho, que engrana en dos cremalleras, al que se da movimiento con una manivela en los modelos a mano, o por medio de un motor en los tipos semiautomáticos. Sobre los dos planos se sitúan las grapas sujetas-planchas y las pinzas que sujetan el papel, con los dispositivos para el perfecto marcado del pliego.

Dentro de las máquinas de impresión litográfica, se pueden clasificar según su forma de transmitir la imagen de la plancha al material, ya sea directa o indirecta, y la manera en que está constituido su mecanismo de impresión.

- **Máquina directa plano-cilíndrica.** Hacia la mitad del siglo XIX, el sistema de impresión litográfica era absolutamente seguro en cuanto se refería a la confección de las matrices. En este periodo (1855-1860) se presenta para la litografía, la necesidad de realizar la impresión con recursos mecánicos más veloces. Para la construcción de la primera máquina litográfica plana sirvió de modelo la máquina de impresión tipográfica.

La platina portadora de la forma tipográfica fue construida de manera que pudiera regularse su altura, a fin de adaptarla al espesor de las diversas piedras litográficas. Se deslizaban sobre dos guías de cremallera, movida por una biela.

El movimiento de vaivén del carro ponía la piedra matriz en contacto con los rodillos mojadores y entintadores, entrando después en presión bajo un pesado cilindro, sobre el que previamente se había colocado el pliego, que entraba en contacto con la matriz por el movimiento de rotación del mismo cilindro.

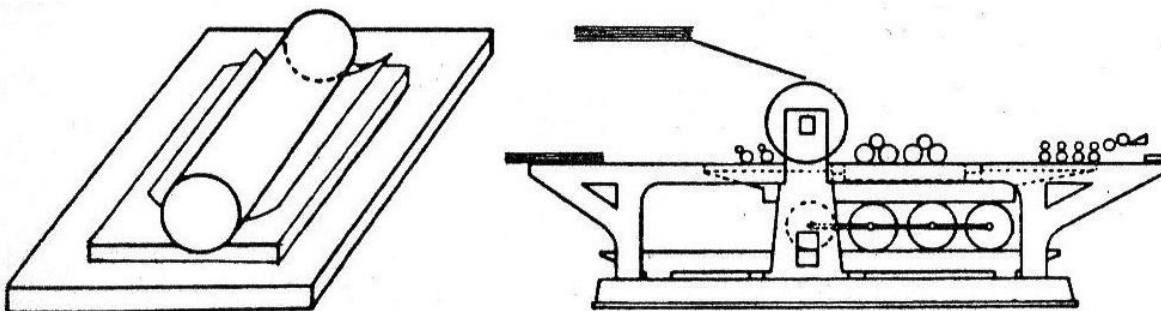


Imagen 1.40 Máquina de impresión directa plano-cilíndrica (der.) y su principio de impresión (izq.).

- **Máquina indirecta plano-cilíndrica.** Algunos impresos tenían que realizarse sobre soportes especiales diferentes del papel común, con superficie dura y brillante, como la madera, la tela y particularmente la hojalata. Estos soportes requerían un cuidado especial para que la tinta pudiera adherir homogéneamente en toda su superficie. Esta dificultad se resolvió mediante una impresión indirecta, en la que un soporte blando y elástico podía transmitirla a la superficie dura y rugosa mediante la penetración en el mismo soporte.

Estos estudios y experiencias prácticas fueron coronados con la construcción de la máquina metalográfica, así llamada por la clase de trabajo que realizaba: la impresión sobre hojalata.

Esta máquina fue construida en 1878 en Francia por Trothier y Missier, que la patentaron. Al poco tiempo, alemanes e ingleses llegaron a fabricarla con más perfección.

En la mecánica de la máquina, el cilindro de presión estaba recubierto por una tela de caucho que recibía la impresión de la piedra y la transmitía por decalco al pliego, el cual quedaba presionado contra un segundo cilindro colocado sobre el primero, llamado cilindro de presión.

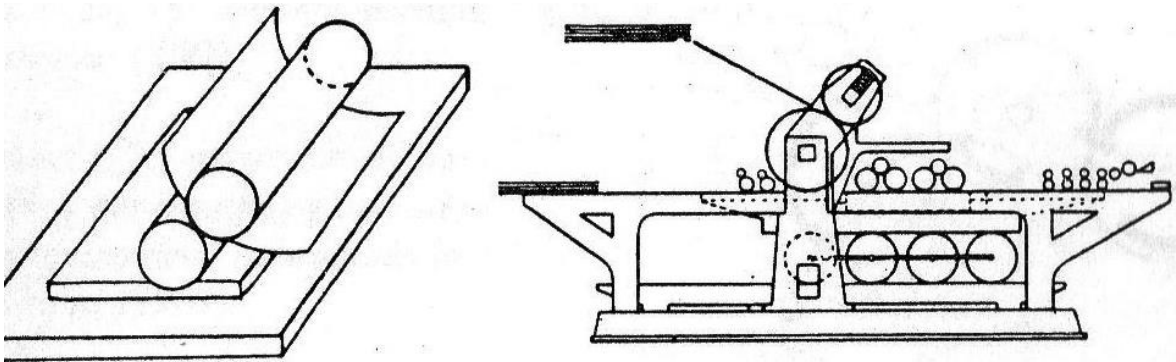


Imagen 1.41 Máquina de impresión indirecta plano-cilíndrica (der.) y su principio de impresión (izq.).

- **Máquina directa rotativa.** En el año 1879, el alemán Shatka presentaba la máquina rotativa directa para la impresión simultánea del blanco y de la retiración. Constaba de dos cilindros, cada uno portador de su correspondiente plancha: el pliego pasaba en medio de los dos.

El sistema de impresión litográfica rotativa directa no tuvo gran aplicación pues presentaba varias desventajas: el rápido desgaste de la matriz causado por el contacto directo del papel contra la plancha-matriz; la imperfecta reproducción del dibujo debido a que la presión era demasiado rígida.

En el año 1884, los franceses Marioni y Michaud patentaron en Inglaterra una máquina de impresión indirecta a varios colores. Los cilindros porta planchas imprimían la imagen en un cilindro ordinario recubierto de caucho y éste la transmitía al papel, hojalata o madera.

En este sencillo esquema de construcción propuesto por los franceses se vislumbraba la construcción de la moderna máquina *offset*.

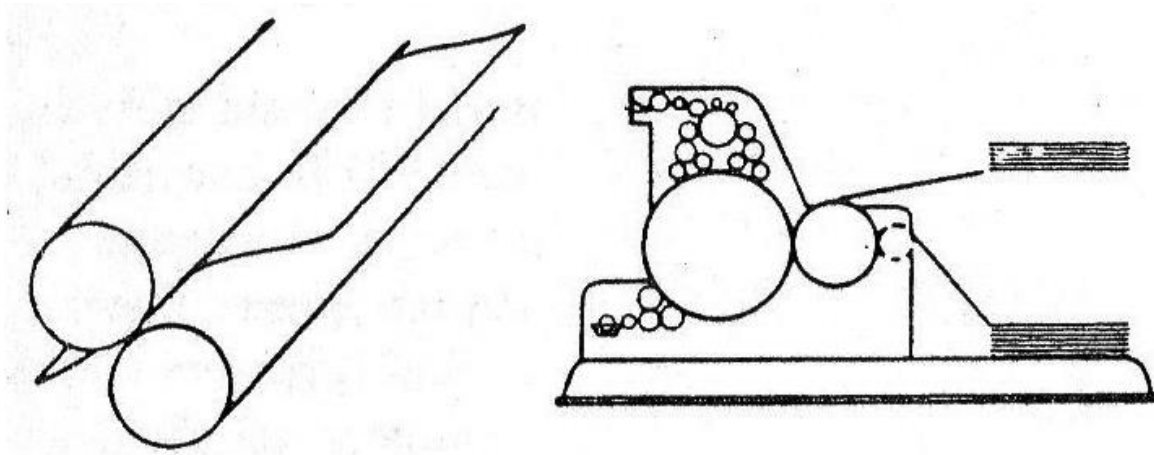


Imagen 1.42 Máquina de impresión directa rotativa (der.) y su principio de impresión (izq.).

- **Máquina *offset*.** El descubrimiento de la impresión *offset* rotativa se adjudica al operario ruso Ira Washington Rubel (Imagen 1.43), que ejercía el arte litográfico en Nutley, Estados Unidos, en el año de 1900.



Imagen 1.43 Ira W. Rubel

El descubrimiento de Rubel se realizó mientras el realizaba trabajos delicados en una máquina plana, cuyos resultados no lo satisfacían, pero sin pensarlo al dejar la máquina imprimiendo sin una hoja, la impresión quedó en el cilindro, que al estar revestido de goma, dejó una perfecta impresión (repintado) en el reverso del pliego que venía en impresión, descubriendo así la impresión indirecta u *offset*.

Rubel profundizó durante algún tiempo en el estudio de este fenómeno revelador, hasta que llegó a construir la primera máquina *offset* (Imagen 1.44).

La máquina que presentó Rubel estaba concebida de la siguiente manera: un cilindro revestido de caucho (cilindro porta caucho o mantilla, imagen 1.45.4) que recibe la impresión de otro cilindro colocado encima que debe de portar la plancha

(cilindro porta plancha, 1.45.1) y, dada la elasticidad del caucho, transmitirla con perfección al papel, que se apoya en un tercer cilindro conocido como impresor (1.45.5). En ese entonces los cilindros eran del mismo diámetro. Además contaba con un sistema de rodillos que aplicaban la solución de agua (mojadores, 1.45.2) y la tinta (entintadores, 1.45.3) a la plancha para realizar la impresión.

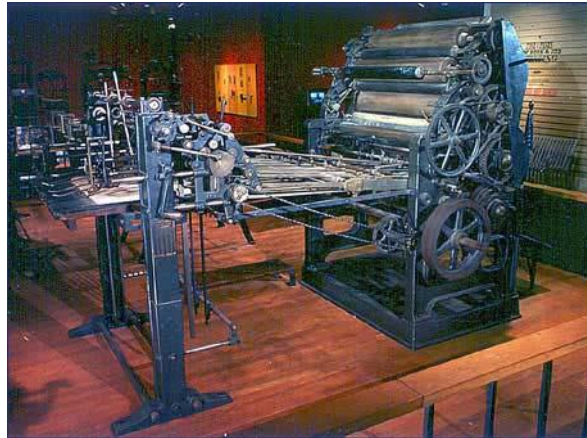


Imagen 1.44 Prensa *offset* de Rubel.

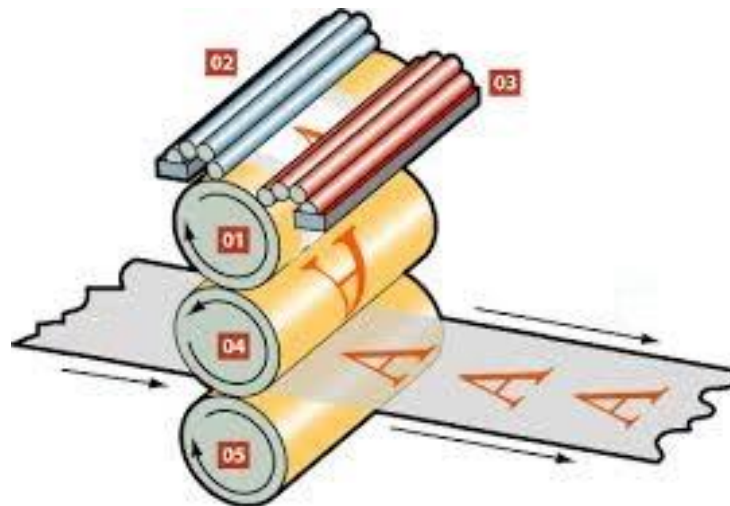


Imagen 1.45 Estructura básica de una prensa *offset* con sus partes principales.

Después de analizado el contexto histórico y evolución de los sistemas de impresión, pasando por las áreas de las artes gráficas y la repercusión de ésta en México, el siguiente capítulo tratará sobre una de las empresas que se dedican a la impresión desde hace más de 160 años, se tocará aspectos importantes de su evolución en la historia de la impresión, al igual que su paso a colocarse como la mayor empresa en soluciones de impresión en el mundo. Ésta empresa es Heidelberg Druckmaschinen AG.

Capítulo 2. Descripción de la empresa.

2.1 Heidelberg Druckmaschinen AG. ^[10]

Heidelberg es la productora más grande a nivel mundial de equipo de impresión, seguido por la corporación Xerox; la empresa alemana mantiene el 30% de participación en el mercado mundial de imprentas offset, su producto principal. Sin embargo Heidelberg ha extendido su rango de productos hasta incluir pre-prensa, post-prensa y tecnologías en impresión digital para reinventarse como un proveedor todo en uno de sistemas de impresión para el siglo XXI. En total, las ventas de Heidelberg representan el 20% del total del mercado en equipos de impresión a nivel mundial, siendo un aproximado en ventas anuales por cinco mil millones de euros. En cuanto a ventas, el 85% de las ventas de la compañía se realizan de manera internacional. Europa genera cerca de la mitad de esas ventas, mientras que Estados Unidos da el 30% de las ventas (incluyendo el mercado mexicano). Heidelberg se encuentra bien posicionado en el mercado asiático también, que está igualando el potencial mercantil de Estados Unidos y Europa.

Mientras que el invento de Gutenberg revolucionó la sociedad, la industria de la impresión permaneció sin cambios hasta el siglo XIX. El auge de la revolución industrial trajo consigo transformaciones a gran escala en la industria de la impresión, como el uso de nuevas técnicas de producción y el empleo de las nuevas fuentes de energía permitiendo la ingeniería de prensas más grandes y rápidas. El origen de muchas de las innovaciones permaneció en el sur de Alemania, donde Gutenberg inventó su prensa. Un paso importante fue la invención de las prensas rápidas, conocidas como las *schnellpresse* en 1810; después las primeras prensas impulsadas a vapor fueron puestas en servicio.

Georg Hamm fundó en 1844 una compañía de fabricación de maquinaria y fundición de campanas en Frankenthal, Alemania; su hermano Andreas Hamm (Imagen 2.1) tomó posesión de la compañía, y junto con sus asociados renombró la compañía como *Hemmer, Hamm und Compagnie* en 1850, iniciando la historia oficial de Heidelberg. Al año siguiente Andreas Hamm dejó la compañía para poder fundar su propio negocio, combinando sus dos grandes intereses: la creación de campanas e imprentas. En 1863 Hamm se unió con el constructor de imprentas Andreas Albert, que trabajó con el fabricante de imprentas *Koenig und Bauer*. La nueva compañía, *Maschinenfabrik Albert & Hamm*, continuó fundiendo campanas, pero empezó la producción de una serie de imprentas que le dio un rápido renombre a la compañía.



Imagen 2.1 Andreas Hamm, el padre fundador

La asociación duró hasta 1873 y Hamm con parte de la empresa creó la *A Hamm OHG Schnellpressenfabrik und Eisengiesserei*, que, para 1875, debutó su prensa cilíndrica de alta velocidad, la cual ganó reconocimiento internacional.

Después de la muerte de Hamm en 1894, la compañía pasó a manos de su hijo Carl, quien vendió la división de maquinaria de imprenta dos años después a Wilhelm Muller, un industrial de Heidelberg. Muller transfirió los activos y equipos de la empresa de Hamm a una fábrica en Heidelberg en 1896. La empresa se abrió a la iniciativa privada y fue nombrada como *Schnellpressenfabrik A Hamm AG Heidelberg*. El nombre de Hamm fue retirado y la compañía fue renombrada como *Schnellpressenfabrik AG Heidelberg*.

El inicio de la Primera Guerra Mundial interrumpió la expansión de la compañía, frenando sus ventas internacionales. En 1916 la compañía transformó sus líneas de producción para apoyar a Alemania en la guerra, produciendo armamento. En 1919 se unió como accionista el industrial Richard Khan, tomando control de las operaciones de las imprentas, incitando a la construcción de la primera máquina de impresión de cama plana, la denominada *Tiegel* (Imagen 2.2), así como la introducción de la automatización en la alimentación de papel en sus imprentas. Con su capacidad de imprimir 1000 pliegos por hora, la *Tiegel* revolucionó la industria de la impresión, convirtiéndose en una de las prensas de mayor venta en el mundo.



Imagen 2.2 Prensa *Tiegel*.

Gracias a los esfuerzos de Hubert Steinberg, que formaba parte de la mesa directiva, Heidelberg aumentó el crecimiento de la compañía, ya que una de sus ideas de venta de las máquinas era montar una en la parte trasera de un camión y llevar la imprenta a clientes potenciales y demostrarle las capacidades de ésta, logrando que muchos de ellos adquirieran el producto al instante. Esto originó un aumento en la demanda de las imprentas, por lo que aplicó el modelo de Henry Ford en las líneas de producción de la empresa, logrando que se crearan 100 imprentas *Tiegel* en un mes.

Durante la Segunda Guerra Mundial, las ventas de la empresa cayeron al punto de dejar de producir imprentas, debido a políticas anti-nazis, pero logró sobrevivir a este periodo ya que fabricaban tornos para el régimen nazi, haciendo que muchos de sus trabajadores experimentados no fueran enlistados en el ejército nazi. Después de la guerra, Heidelberg continuó en la producción de tornos, pero también empezó a recibir órdenes de servicios



Imagen 2.3 Prensa offset KOR.

para reparación de sus imprentas, antes de volver a la producción de sus imprentas en 1949. Para 1950, Heidelberg formó parte del milagro económico alemán, incrementando su capacidad de producción y su gama de productos. En 1957 se inauguró la que hoy es su fábrica más importante en Wiesloch. Para 1962 Heidelberg entró en el creciente mercado de la impresión *offset*, creando su primera imprenta *offset* la *Heidelberg KOR* (Imagen

2.3). Esta expansión en su mercado de imprentas hizo que su nombre oficial fuera cambiado al actual: *Heidelberg Druckmaschinen AG* en 1967.

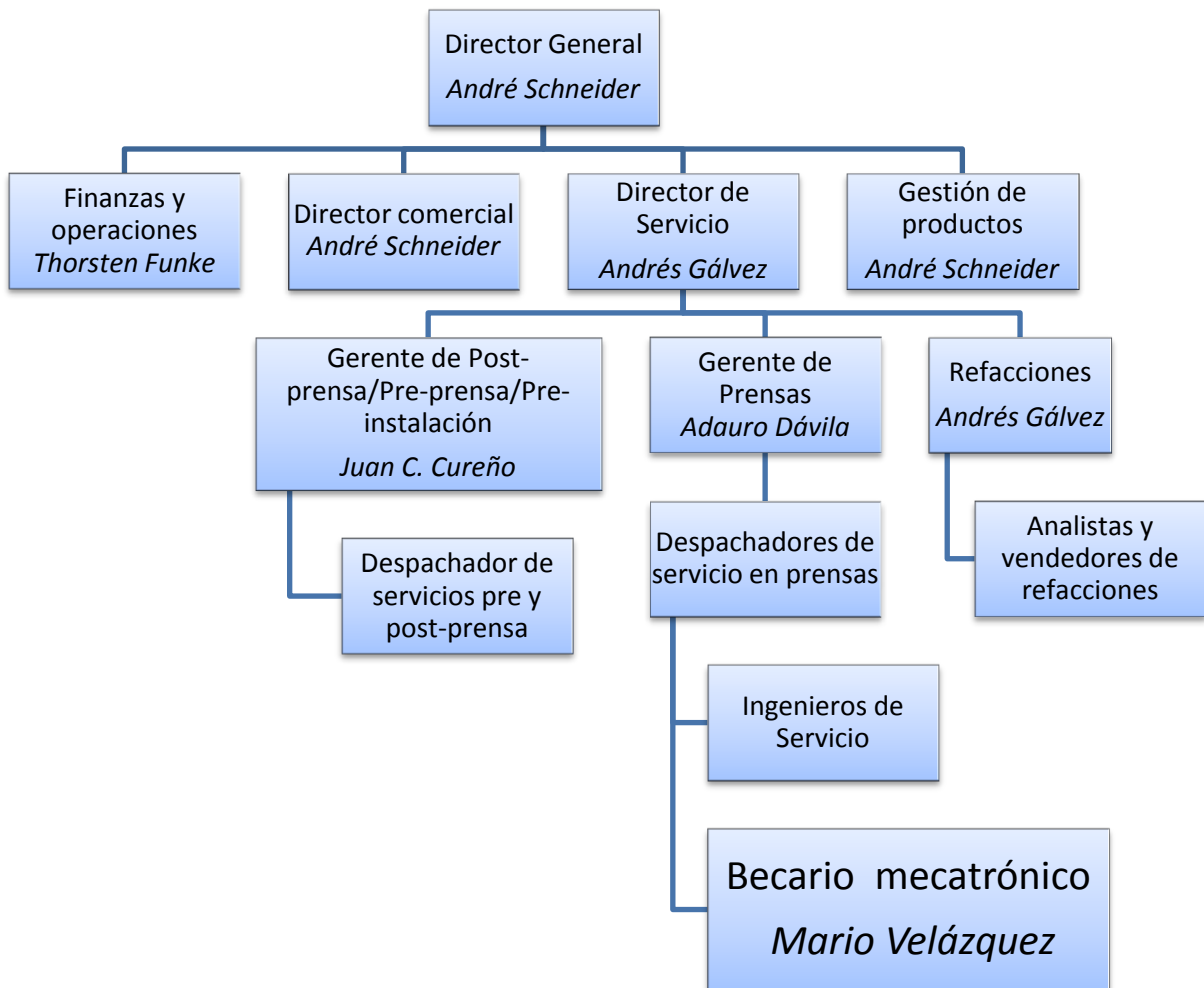
2.2 Misión.

“Deseamos lograr que nuestro negocio y nuestros objetivos estratégicos, estén en línea con los estándares éticos y sociales generalmente aceptados”.

2.3 Visión.

“La actitud y comportamiento de cada empleado de Heidelberg forman la reputación de la compañía hacia nuestros clientes, accionistas, socios de negocios y al público en general”.

2.4 Organigrama.



Como se muestra en el organigrama, el área de servicio es una de las cuatro áreas que comprenden a Heidelberg México, pero que en realidad están interconectadas, una colabora con las otras en cierta medida.

Por ejemplo, un cliente quiere realizar la compra de un equipo nuevo o de segunda mano, ya sea una prensa, una máquina de acabado, o un módulo de pre-prensa. Para esto se realizan las negociaciones de compra en el área de gestiones de productos, ya sea con un vendedor del área o con el mismo director, dependiendo de la importancia del cliente, ya sea por la antigüedad que lleva utilizando los servicios de la empresa o por el nivel económico que representa en México. En éstas negociaciones se incluyen el tipo de maquinaria a comprar, pagos, garantías, compra de consumibles y también los tiempos de instalación; en éste último punto se involucra también el personal del área de servicio, ya

sea el director y/o el gerente dependiendo si la compra es de una prensa o de alguna otra máquina de acabado o de pre-prensa.

Habiendo hecho el acuerdo, el director de servicio habla con el gerente (en este ejemplo el gerente de prensas) y se proponen a los ingenieros que estarán a cargo del proyecto de instalación dependiendo en gran medida a su experiencia con el tipo de máquina a instalar. Para cada proyecto se proponen a tres encargados: un ingeniero mecánico, uno electrónico y a uno de instrucción, y a dos ingenieros más como apoyo, por lo general apoyando en la parte mecánica de la instalación. Las labores de cada ingeniero se explicarán más adelante.

Durante la instalación el ingeniero mecánico siempre tendrá la última palabra durante el proyecto, y él solo podrá anunciar problemas en la instalación o con la máquina al gerente o al director, dependiendo igual de la gravedad del asunto. Después de haber sido instalada la máquina tanto mecánica como electrónicamente, el mecánico entrega la máquina al instructor para realizar últimos ajustes de operación, así como la capacitación del personal que operará la máquina; en éste punto el instructor se vuelve el nuevo encargado y de igual manera tendrá la última palabra y decidirá si la máquina es operable o no; firmará la carta de entrega al cliente para que pueda entrar en producción.

En el caso de los servicios de reparación o mantenimiento, entra solamente el área de servicio, donde el cliente se contacta ya sea con el gerente del área de la máquina en cuestión, o con los despachadores. Después de que el cliente manifestara el problema o falla de su máquina, el gerente o el mismo despachador asigna a un ingeniero dependiendo si el problema es mecánico, electrónico o de operación, o si es un servicio combinado de mecánica con electrónica y demás combinaciones. Habiendo hecho la orden del servicio, el ingeniero debe informar al despachador sobre el problema a detalle, si se requiere o no herramienta especializada para la reparación en caso de una falla, las refacciones necesarias, o simplemente para informar el estado del servicio, si se requiere de más tiempo o que venga un ingeniero de otra especialidad, porque se presentan casos de mal entendidos en la naturaleza de la falla, o en el servicio se requiere de la colaboración de las distintas especialidades para llegar a la solución del problema.

2.5 Descripción de las áreas de servicio.

Como se observa en el organigrama, el área de servicio de Heidelberg tiene diferentes sub áreas que son pre-prensa, prensa, y post-prensa; ya que Heidelberg proporciona equipos para cada una de éstas.

2.5.1 Pre-prensa.

Como se vio con anterioridad, la pre-prensa se encarga de los procesos antes de la impresión. En Heidelberg actualmente se brinda venta y reparación de equipos CTP, así como el software necesario para el manejo de estos equipos, y también se incluye el mantenimiento del software de operación de las imprentas y de las máquinas de acabado, ya que éstas cuentan con una computadora que controla la interfaz humano-máquina.

2.5.2 Prensa.

La columna vertebral de la empresa. Esta parte se encarga de todo lo relacionado con las máquinas de impresión offset que desarrolla Heidelberg, desde su instalación, hasta el mantenimiento e incluso el desmontaje cuando las máquinas son vendidas o se requiere una movilización.

2.5.3 Post-prensa.

O acabado, como se vio en la sección 1.3.4, ésta división se encarga de la instalación del equipo, mantenimiento y desmontaje de los equipos. De igual manera Heidelberg proporciona equipo de acabado, como lo es guillotinas, dobladoras, plegadoras, encuadernadoras y suajadoras (troquelado).

Capítulo 3. Descripción del puesto de trabajo.

3.1 Ingeniero de servicio mecatrónico.

Un ingeniero de servicio se dedica a la asistencia y solución de problemas directamente en el área de trabajo de las empresas, en este caso las casas impresoras. La solución de problemas se lleva a cabo mediante el análisis de la falla o de la operación que se desea realizar, y después realizar una evaluación para llegar al objetivo de eliminar el problema dándole una solución.

A grandes rasgos el ingeniero de servicio se encarga de corregir las fallas que presenten las máquinas de impresión o prensas, mediante el cambio de las piezas o reparación de las mismas para que las prensas operen de nuevo de manera correcta; realizar mantenimientos como lo son preventivos, que son para poder prevenir fallas mediante la revisión de piezas que son consumibles como lo son baleros seguidores de leva o piezas mecánicas que por tiempo de vida se deben reemplazar, y con esto prevenir fallas futuras, y así evitar pérdidas de producción y, por consiguiente, monetarias. También hay mantenimientos correctivos, que se realizan bajo la evaluación previa de una máquina en malas condiciones y se desea que ésta opere de manera eficiente; por ello en estos mantenimientos se realizan cambio de piezas mecánicas, actuadores, sensores, la reparación de piezas con poco deterioro o el cambio total de piezas por mal estado o por algún accidente en la operación de la prensa.

A diferencia de las imprentas del pasado, las prensas modernas son controladas mediante sistemas electrónicos y neumáticos, esto permite que su capacidad de producción sea mayor y por consiguiente su construcción sea muy distinta a las prensas meramente mecánicas, por consiguiente la información respecto a tolerancias, ajustes, calibración de sensores, así como el funcionamiento de cada pieza y los ensambles de los mecanismos de la imprenta es muy grande, por lo que para una sola persona es información excesiva. Para solventar esta carga de trabajo, el área de servicio designa a su personal según su área de especialidad en ingeniería, o por sus conocimientos en impresión, estas especialidades se describen a continuación:

- **Mecánica:** En esta especialidad se tratan los problemas mecánicos de las imprentas. Los ingenieros se encargan de analizar las fallas en el movimiento de la máquina como lo son bloqueos, vibraciones, rozamientos, deformaciones en las piezas, también se encargan del sistema de lubricación, y en los mantenimientos realizan el cambio y calibración de las piezas para que su funcionamiento sea el óptimo. En proyectos de instalación de imprentas los ingenieros mecánicos son los que llevan el liderazgo del proyecto.

- **Electrónica:** Esta especialidad se encarga de tratar todos los asuntos que involucran los sistemas de control de las imprentas, como lo son los dispositivos de seguridad, servomotores, sensores, actuadores, al igual que los sistemas de apoyo periféricos. El ingeniero electrónico utiliza herramientas de cómputo para la actualización del software de los sistemas de control y generar diagnósticos basados en códigos de estado creados por la computadora de la imprenta.
- **Instructiva:** A diferencia de las otras especialidades, el personal de esta especialidad (conocidos como instructores) se caracteriza por conocer el modo de operación correcta de toda la imprenta, los ajustes de los rodillos que llevan el agua y la tinta a la plancha, así como los métodos técnicos para que la imprenta opere de manera adecuada, esto con el propósito de enseñar a los operadores de las imprentas de los clientes.

Dado el auge de la ingeniería mecatrónica en el mundo, Heidelberg ha empezado a reclutar ingenieros mecatrónicos para poder satisfacer esa necesidad de personal con conocimientos de mecánica de precisión y electrónica de control, que son las nuevas bases en la operación y control de las imprentas de nueva generación que se consideran ahora como mecatrónicas, y que puedan aplicar sus conocimientos para poder dar un servicio más eficiente tanto mecánico como electrónico, generar diagnósticos más eficaces y que se pueda llegar a una solución rápida y pronta a los fallos que puede llegar a presentar los sistemas de la imprenta, evitando en cierta medida el despliegue de varios ingenieros de servicio de distintas especialidades, exceptuando un poco a los instructores.

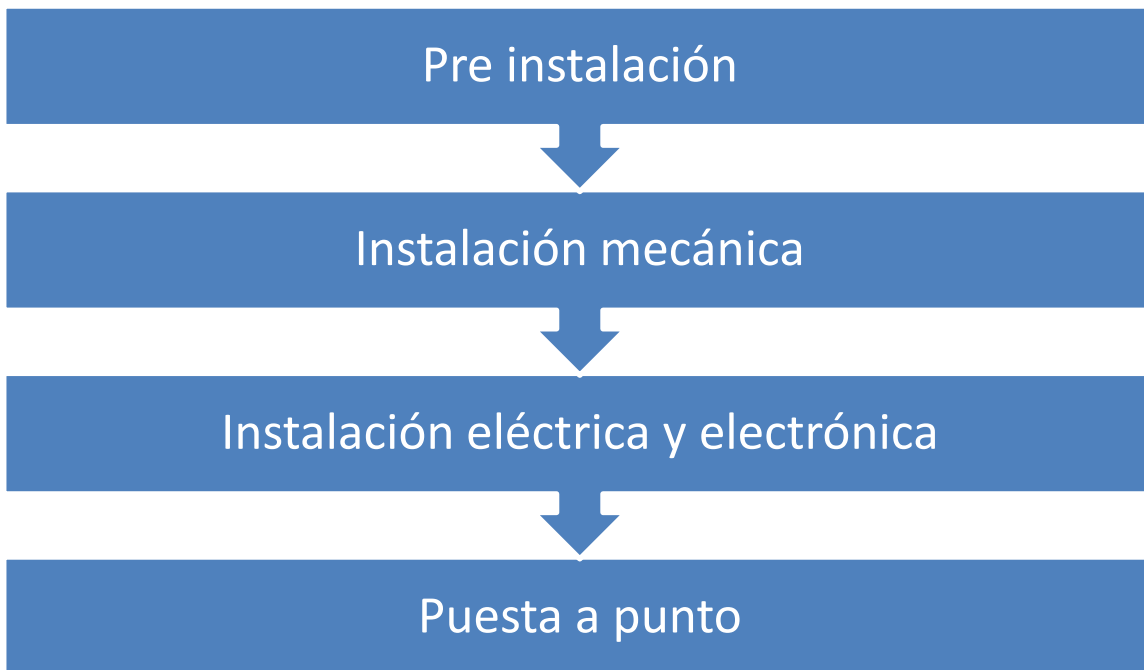
En resumen, un ingeniero de servicio mecatrónico se encarga de dar asistencia a los problemas de naturaleza mecatrónica que se puedan presentar en las imprentas, dar soluciones a éstos problemas de manera eficaz y sin la necesidad de recurrir a más personal de servicio.

Capítulo 4. Proyectos realizados.

De los proyectos que describiré a continuación lo haré de manera general pues participé en varios proyectos similares y solo haré énfasis en los problemas que se me presentaron acorde al desarrollo de la explicación. También he de mencionar que los proyectos fueron realizados en equipos de trabajo de varias personas y yo participé en tomas de decisiones conjuntas aplicando el criterio de mis conocimientos para lograr una solución rápida y óptima y así cumplir con los tiempos de entrega de cada proyecto.

4.1 Instalaciones.

De manera general las instalaciones se llevan a cabo en varias etapas:



4.1.1 Pre instalación

Esta etapa comienza desde que se realiza la compra de una prensa, ya que las configuraciones de las prensas vendidas varían y se debe de considerar su tamaño y peso para después informar al cliente las condiciones que deben existir en su planta de producción para recibir y operar la máquina.

Uno de los factores que se consideran cuando se realiza el contrato de compra de una máquina (ya sea nueva o usada) es el tiempo de instalación, pues dependiendo del número de unidades de impresión y los equipos periféricos con los que cuenta la prensa el tiempo puede variar desde tres semanas hasta dos meses. Estos tiempos se consultan en base a la experiencia del ingeniero mecánico a cargo de la instalación, pues la habilidad

que tiene para coordinar al equipo de trabajo y realizar las maniobras de instalación dependen mucho de su experiencia con otras prensas instaladas, además de que el cliente debe colaborar con las modificaciones en su planta de producción. En el contrato de compra también se estipula el pago de los servicios por la instalación de la prensa además de la garantía que la empresa ofrece por ser filial directa con la empresa base en Alemania, que es un año de garantía de servicios de reparación y reemplazo de piezas sin costo para el cliente; mientras que personas que instalan por su cuenta no pueden ofrecer.

Teniendo el tiempo para la entrega del proyecto acordado, se realiza una visita a la planta del cliente para realizar las mediciones del espacio donde se hará la instalación y poder realizar el plano con las dimensiones de la prensa y la distribución de los equipos periféricos. Al mismo tiempo se entrega al cliente las especificaciones de la mecánica del suelo donde se realizará el montaje de la maquinaria, por lo que el cliente debe garantizar mediante un estudio del piso que el suelo es óptimo para recibir la carga de la prensa sin sufrir hundimientos o vibraciones; de no ser así el cliente debe construir una base cimentada que cumpla con las especificaciones antes mencionadas.

Otro punto que se trata en la visita es el cableado que debe tener la planta para la alimentación de la prensa, pues debe soportar alrededor de 20 amperes de corriente, por lo que se le informa al cliente el calibre del cableado que debe tener, además de que también debe proporcionar dicha alimentación sin tener variaciones en el voltaje.

Teniendo la alimentación de energía eléctrica y la estabilidad del suelo garantizadas se procede a realizar el trazo de las posiciones de los principales componentes de la prensa en el piso de la planta, para mostrarle al cliente en donde debe ir considerando la extracción de los gases que se generan en el secado de la impresión, así como el volumen de aire que desplaza algunos de los sistemas de enfriamiento de la prensa.

En experiencia propia muchos clientes solo realizaban la construcción de la base antes de que mi equipo de trabajo y yo realizáramos la instalación, por lo que terminábamos acordando que durante la instalación ellos realizarían el cableado de alimentación en paralelo a nuestro trabajo, así como las tuberías de extracción. Estas decisiones de los clientes afectaban en nuestros tiempos de entrega por lo que se tenían que desplazar dichos tiempos al menos cinco días más.

Durante el trazado de las posiciones de la prensa en una pre instalación en la que fui responsable me di cuenta que el piso alrededor de la base que mandó a construir el cliente se encontraba a desnivel de dicha base, y justo en la zona donde el motor principal de la prensa iba a ser colocado. El desnivel era de cinco centímetros, por lo que la

nivelación de dicho motor iba a tener complicaciones mayores y calzarlo no iba a ser la solución ideal, además de que el motor debe estar debidamente anclado al piso para evitar vibraciones que comprometan su funcionamiento. Tomé la decisión de informarle al cliente inmediatamente que debía pedir al arquitecto que diseñó la base que viniera a corregir el desnivel pues la base no tenía las medidas que se habían solicitado, pues al medirla faltaban quince centímetros de los 230 centímetros que debía medir la base a lo ancho.

4.1.2 Instalación mecánica de la prensa.



Imagen 4.1 Motor principal de una prensa XL75.

Las prensas son impulsadas mediante un motor eléctrico de corriente alterna, que mediante una banda hace girar los trenes de engranes que mueven todos los mecanismos que hacen que el sustrato a imprimir sea trasladado por las unidades de impresión, además de que giren los rodillos que distribuyen el agua y la tinta hacia las planchas de impresión.

Básicamente en la parte mecánica de la instalación se realiza la unión de las unidades de la prensa que son la alimentadora de pliegos o marcador, las unidades impresoras, las unidades barnizadoras y el receptor de pliegos o salida.

Cuando se realiza el engranado de las unidades, su nivelación y fijación entre ellas siempre se corrobora que el nivel general de la prensa sea el mismo y no cambie mientras se unen más unidades. Este nivel se mide en cada unidad fijada, y se obtiene empleando un nivel de precisión.

También en esta etapa de la instalación se monta, alinea y fija el motor principal de la prensa. Es una operación en donde se debe procurar que la alineación sea exacta al igual que la nivelación, de lo contrario el motor puede sufrir daños en los baleros de la polea y puede doblarse el eje.

Una de las prensas que instalé está configurada para que trabaje sobre dos rieles de concreto haciendo que ésta esté más elevada del piso, lo que permite que el volumen de impresiones sea mayor en una sola carga de material.

Esta elevación de la prensa obliga a que el motor principal se eleve a la altura de los rieles, para ello se construye un cubo de concreto para que el motor pueda ser fijado y esté al nivel de la base de la prensa. También el cubo debe ser fijado al piso de la planta para

evitar que las vibraciones generadas por el motor muevan el cubo y haga que se desvíe la banda del motor.

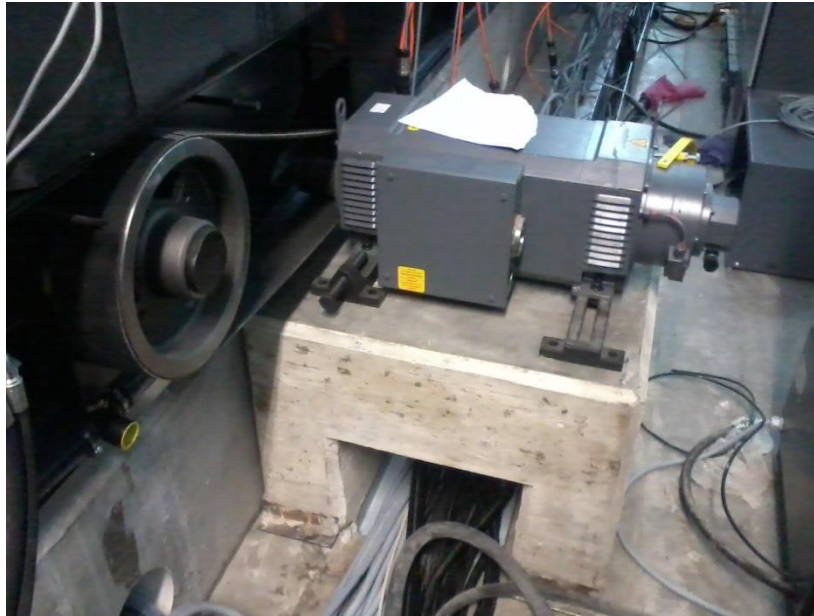


Imagen 4.2 Motor principal elevado con el cubo de concreto.

En esa instalación no me percaté que el piso donde se fijaría el cubo presentaba un hundimiento de aproximadamente 15 milímetros que fue producido por la construcción de la base y los rieles para la prensa. Al momento de intentar nivelar el motor y alinearlos perpendicularmente a la prensa las calzas que sirven para nivelar no fueron las suficientes pues me hacían falta los quince milímetros para colocar el motor en plano. Después de analizar el problema que se me presentó, me di cuenta del declive que presentaba el piso de la planta, ya que coloqué un nivel de burbuja para comprobar que el cubo fue construido de manera correcta. Para corregir el problema primero avisé al gerente de mantenimiento que el piso en esa zona presentó un hundimiento y que de no corregirlo retrasaría la instalación de la prensa, por lo que le ofrecí dos soluciones: la primera era llamar al arquitecto que contrató para que le repararan el piso que se deformó, lo cual se traduciría en esperar su llegada y mover el cubo de concreto con el motor en un espacio ya reducido por cables y gabinetes, lo que haría que se retrasara la entrega del proyecto al menos tres días; y la segunda opción era calzar el cubo de tal manera que se compensara el hundimiento y poder fijar el cubo al piso, el cliente sin pensarlo aceptó esta segunda opción. Para calzar el cubo decidí utilizar una varilla de construcción de media pulgada de diámetro ya que era lo que tenía a la mano en ese momento y la medida era aproximada a los 15 milímetros que necesitaba, por lo que mandé a que cortaran diez trozos de 20 centímetros que coloqué debajo del cubo de concreto, después le sugerí al personal de mantenimiento de la planta que colaran cemento debajo del cubo para que cubriera los

pedazos de varilla y no se presentara en un futuro acumulación de líquidos en caso de que se presentara alguna fuga.

Después de que colocara las varillas revisé que la alineación del motor fuera la correcta, pues ya lo había anclado al cubo, para después fijar el cubo al piso y continuar con la instalación de los demás componentes.

4.1.3 Instalación eléctrica y electrónica de la prensa.

Después de la instalación mecánica se continúa con la parte eléctrica de la instalación que consiste en conectar los transformadores de la prensa a la alimentación de la planta (que previamente debió estar lista en la etapa de pre instalación), realizar las conexiones electrónicas de la prensa y de los equipos periféricos, los cuales son el gabinete central de control, el gabinete de la fuente de solución de mojado, el compresor neumático, el depósito y bomba de aceite, la bomba de barniz y los gabinetes que controlan las lámparas de secado de tinta y barnices.



Imagen 4.3 Disposición del cableado de la prensa y los equipos periféricos.

También en esta etapa se realiza la conexión trifásica del motor principal y se enciende la prensa por primera vez para verificar que todos los sistemas funcionen, y en dado caso de que se presente una falla, se realicen las correcciones correspondientes, ya sean fugas de aire, de aceite o de glicol, ya que las prensas presentan un sistema de regulación de la temperatura de las tintas, ubicadas en tres rodillos osciladores en el sistema de entintado de las unidades de impresión.

Durante la instalación de las prensas de modelos recientes (año 2013) me percaté que al encender la prensa, en la consola de mando se presentaba un error que impedía que las

lámparas de secado se encendieran ya que avisaba que la extracción de los vapores no podía ser regulada. Este problema ocurrió ya que el gabinete que controla las lámparas era nuevo para los modelos de prensa XL75 (prensas que imprimen pliegos de ancho de 750 milímetros), y éstas no presentan un servomotor que regula dicha extracción de vapores. Al no saber la primera instalación donde se presentó el problema solicité a los gerentes de mi empresa que me dieran parte del problema si ya se había presentado con anterioridad en otras instalaciones, a lo que me respondieron que efectivamente, dichos gabinetes el PLC que contienen se programa en masa para otros modelos de prensas de mayor tamaño, por lo que me proporcionaron el programa para realizar modificaciones al PLC y cambiar la configuración del programa que venía cargado. Realicé dicha programación sobre el programa cargado cambiando valores de lectura de tipo analógico a digital en algunos puertos del PLC como ejemplo el servomotor en cuestión, además de declarar el número correcto de secadores que contenía la prensa en ese momento, pues también presentaba el problema de que anunciaba en la consola de mando de que hacía falta un secador. Como no fue la única vez que se me presentó el problema, también apliqué dicha corrección en otras instalaciones donde me vi involucrado.

También en esta etapa me enfrenté a un problema que iba un poco más allá de mis conocimientos en electrónica a conocimientos en termodinámica. En una instalación, donde me volví responsable de la etapa de instalación eléctrica, el lugar donde la prensa quedó montada presentaba un serio problema de ventilación, pues se encuentra confinada en un cuarto junto a otra prensa que ya se encontraba en operación y la temperatura interna del lugar se aproximaba a los 40°C alrededor de las 15:00 horas del día. Además de que se volvía imposible trabajar en esas condiciones, dicha condición de temperatura afectó completamente el sistema de enfriamiento del glicol que se emplea para la regulación de la temperatura de la tinta en las unidades impresoras, pues justamente a esa hora del día realicé la prueba de funcionamiento del gabinete que se encarga de realizar dicha tarea.

Ese gabinete realiza el enfriamiento del glicol y también de la solución de mojado que se emplea en la impresión, que es una mezcla de agua y alcohol. Para efectos de prueba de circulación de la solución solo se llenó con agua el depósito para que probara el funcionamiento de las bombas de circulación. El enfriamiento de dichos fluidos se realiza con gas refrigerante empleado en un intercambiador de calor y un ventilador que disipa el calor absorbido por el gas en un radiador.

El agua que se empleó para llenar dicho depósito provenía de un tinaco en la azotea de la planta y estaba irradiado directamente por la luz del sol, por lo que el agua empleada presentaba una temperatura de 30°C. Al principio no tome en consideración la

temperatura del agua hasta que el sistema de enfriamiento empezó a actuar, pues el gabinete se programa para que enfríe el glicol a 25°C y el agua de la solución de mojado a 10°C. El sistema de enfriamiento debía descender la temperatura del agua 20°C, pero ese sistema está diseñado para lograrlo, pero considerando una temperatura ambiente de 20-24°C, por lo que al empezar a trabajar el ventilador del radiador el flujo de aire que debía enfriar el gas no lo hacía, pues la temperatura presente en ese momento en el cuarto era de 40°C como mencioné, entonces el gas en el serpentín se expandía más de lo debido provocando que los compresores del gas se detuvieran por problemas de alta presión del gas.

Al principio no entendía lo que pasaba, hasta que analizando el problema me di cuenta que el agua que se debía enfriar presentaba una temperatura muy alta para condiciones normales de operación, por lo que el intercambio de calor del agua al gas refrigerante era demasiado, lo que hacía que el gas se expandiera impidiendo que los compresores no realizaran su trabajo, más aunado que el aire no ayudaba a disipar el calor del radiador de manera eficiente.

Analizado el problema y teniendo la causa del fallo encontrada decidí apagar el gabinete y realizar la prueba al día siguiente en horas de la mañana donde la temperatura era más baja. Encendí el gabinete al día siguiente con una temperatura ambiente de alrededor de 18°C, el sistema de enfriamiento empezó a trabajar al momento y realizó el enfriamiento del glicol y el agua sin mayores complicaciones, por lo que me vi en la necesidad de informar a los gerentes de la planta donde se realizó la instalación que deberían considerar en colocar un sistema de extracción de calor en el cuarto donde se instaló la máquina, pues a la larga la temperatura del lugar puede mermar la capacidad de enfriamiento de los sistemas y causar un paro en las labores de la prensa, además de que no son condiciones de trabajo ideales para el personal de la planta.

4.1.4 Puesta a punto.

En ésta última etapa se da por primera vez marcha a la prensa, primero girando manualmente con una manivela para corroborar que no existan bloqueos mecánicos. Después se gira la prensa con la función *jog*, la cual permite girar la prensa por pulsos cada que se acciona el botón, si no hay bloqueos mecánicos o paros imprevistos en el motor principal por sobre carga o elevado consumo de corriente se le da marcha a la prensa a la mínima velocidad de producción que es de 3000 pliegos por hora por unos minutos solo para volver a corroborar que no existan ruidos fuera de lo común como roces o choques de metal.

Otro aspecto importante en esta etapa es calibrar el tiempo de llegada de los pliegos a la entrada del primer cuerpo impresor. Éste paso es muy importante para lograr que la prensa haga la impresión de manera correcta, ya que si no toma el pliego de forma adecuada en la entrada del primer cuerpo impresor se puede originar problemas en el registro de la impresión o hacer que en los siguientes puentes de pinzas el pliego se suelte y quede atorado en alguna parte de la prensa. Para calibrar ésta llegada de los pliegos se requiere girar la prensa para que el encoder marque la posición en grados de todo el mecanismo, después se embraga la banda del marcador y se hace pasar un par de pliegos hasta antes de llegar al primer cuerpo impresor girando la prensa poco a poco hasta que se llega al número de grados en el que el pliego debe estar listo para ser tomado por los puentes de pinzas de la primera unidad de impresión. Si el primer pliego está llegando antes a la posición de tomado de lo que se indica el número de grados, se retira y se ocupa el siguiente pliego para la calibración; en cualquier caso al llegar a la posición en grados se procede a desembragar el marcador y se gira manualmente hasta que el pliego llega a la posición de tomado para después volver a ajustar el embrague.

También se realiza el montado de los rodillos de los sistemas de entintado y mojado, y se realizan las pruebas de impresión como prueba de calidad para el cliente y los directivos de la empresa, para que quede asentado que la prensa se entregó funcional y con un alto estándar en calidad de impresión.

Algo que resolví mientras se hacían pruebas de impresión en una prensa recién instalada fue que después de cierto tiempo imprimiendo, la prensa paraba repentinamente y un mensaje de error se desplegaba advirtiendo que el carro de la pila de pliegos estaba en peligro de colisión con los emparejadores del recibidor. El carro de pila es de mayor área que los pliegos, por lo que si no se coloca de manera correcta, un sensor láser se interrumpe y manda la señal de que el carro está en mala posición. Como la pila de la salida estaba ya en un nivel muy por debajo del sensor láser, entonces se descartaba que el carro de pila estuviera interrumpiendo el haz de luz, y analizando el mecanismo que mueve a los emparejadores me percaté que uno de los cabezales que acomoda los pliegos estaba suelto lo que hacía que se interrumpiera la señal del láser; este láser se encuentra a la altura de los emparejadores. Después de ajustar dicho cabezal también me di cuenta que el láser no estaba bien alineado con el centro de su receptor, por lo que también ajusté el láser para que el haz se alejara de los bordes de los emparejadores; con ello el problema quedó corregido.

Éste tipo de detalles se presentan a menudo cuando llega una prensa nueva, algunas veces se generan por defectos en las piezas de la prensa o incluso del ensamblaje en la fábrica, por ello es importante conocer la función de la cada elemento de los sistemas de

la prensa, y en caso de desconocerlo siempre nos podemos apoyar entre compañeros de trabajo, porque como mencioné con anterioridad es mucha la información sobre cada prensa y cada modelo varía con respecto a los otros.

4.2 Desinstalaciones y movimientos de prensas.

Además de las instalaciones, también participé en desinstalaciones de prensas las cuales fueron necesarias moverlas de su lugar de trabajo a uno nuevo. Para ello la prensa debe ser desacoplada unidad por unidad y debe desconectarse el cableado de control, de potencia y las mangueras de aire y líquidos de los equipos periféricos.

Uno de los movimientos de las prensas donde participé se realizó debido a que la base donde operaba una prensa empezó a presentar un hundimiento considerable en la parte de la salida; el hundimiento que presentó fue casi de diez centímetros, lo que provocó que la prensa se torciera comprometiendo la integridad de toda la maquinaria. Anteriormente se calzó la prensa con placas de acero para contrarrestar el hundimiento, pero después de que el cliente realizó un estudio del piso se percataron que había un hueco en el subsuelo que de seguir así causaría un derrumbe y el colapso de la base.



Imagen 4.4 Desfasamiento que se presentó en la base de operación de la prensa.

Como medida de emergencia la prensa fue movida a otra parte de la planta donde se construyó una nueva base con mejores cimientos.

En el proyecto de salvamento se tuvo énfasis en que el piso donde se maniobrarían las unidades era irregular y con declive, por lo que la separación de las unidades y su posterior transporte a la base nueva fue muy delicada. En el movimiento de las unidades supervisé al personal que contrato mi empresa para realizar las maniobras pesadas, y les fui indicando en donde ir colocando las unidades y equipos periféricos después de moverlos de la base en hundimiento. Se tuvo especial énfasis en las irregularidades del piso, por lo que las maniobras fueron delicadas de tal manera que se evitara que alguna

parte de la prensa callera o hubiera un accidente que involucrara a alguno de los empleado de las maniobras.

Después de realizar el movimiento a la base nueva revisé todos los engranes de la prensa para descartar que hubiera una fractura en los dientes. Después de la unión y nivelación de las unidades se comprobó el giro de los mecanismos de la prensa, y durante el giro manual me di cuenta que los puentes de pinzas que sacan los pliegos hacia el recibidor estaban rozando con uno de los cilindros de la última unidad impresora, que es un cuerpo barnizador. Analizando el movimiento de las cadenas de los puentes de pinzas del recibidor llegué a la conclusión de que debido al hundimiento de la base anterior, el engrane que mueve las cadenas de la salida sufrió un corrimiento debido a la deformación de un perno de ajuste que lleva.

Para corregir ese corrimiento, aflojé los tornillos de sujeción del engrane al eje que mueve la catarina de las cadenas, y después manualmente moví las cadenas hasta que el barreno del engrane volviera a coincidir con el del eje de transmisión, y para volver a asegurar el ajuste coloqué un perno nuevo, con esto ya no se presentaban roces en dichas partes de la prensa.

En otro movimiento de una prensa de ocho unidades de impresión mi participación tuvo más responsabilidades, pues me asignaron a realizar la desinstalación eléctrica de la prensa, y en la instalación a volver a realizar la conexión.



Imagen 4.5 Prensa SM102 modelo 1996.

La prensa que desconecté es un modelo antiguo y la comunicación entre los elementos de la prensa son por medio de un protocolo serial, lo que se traduce a una gran cantidad de conexiones en las cajas de control de las unidades. Al realizar la desconexión de cada cable tuve la precaución de marcarlos con el número de unidad y en que puerto van conectados, y después embolsar cada conexión para protegerlo de la intemperie y de la suciedad externa, pues al ser una prensa muy usada, la cantidad de aceite y de líquidos en el piso de la prensa era demasiado.

Después de desconectar todos los cables de las unidades y de los equipos periféricos, los colgué en el gabinete principal como si fuera enviado de fábrica para que se realizara el transporte a otra planta del mismo cliente.

Desafortunadamente en el proceso del transporte y la mala calidad de las bolsas de protección de los cables, las marcas que realicé se borraron en una parte de los cables, por lo que al realizar la instalación en la nueva planta tuve que buscar de qué tarjeta controladora provenía el cable. Basándome en los diagramas eléctricos de la prensa ubiqué la posición y puerto de conexión de todos los cables que fueron borradas las marcas. Al conectar los cables de comunicación y potencia, y de que la alimentación eléctrica trifásica del gabinete central estuviera en la secuencia correcta, encendí la prensa y basándome en los errores que marcaba la consola me dispuse a realizar la calibración de los sensores y micro switches que los causaban.

La experiencia que adquirí en los sistemas electrónicos de la prensa y de los equipos periféricos los obtuve mayoritariamente en los mantenimientos de las prensas, de los cuales hablaré a continuación.

4.3 Mantenimientos.

En los mantenimientos se busca que éstas vuelvan a operar de manera eficiente, corrigiendo las fallas que presentan tanto en los mecanismos y sistemas de control, hasta los equipos periféricos; además de eso también se realizan limpiezas de algunas partes mecánicas y de los tableros de control, para buscar posibles fallas antes de que estas ocurran.

Participé en varios mantenimientos, pero uno fue de especial interés pues se tuvo que remodelar algunos de los equipos periféricos de la prensa debido al deterioro que presentaban por malos manejos y por intervenciones de personal que no tiene un conocimiento profundo en la operación de éstos equipos.

La prensa que se le dio mantenimiento fue una SM102 con diez unidades de impresión.

En primera instancia realicé una visita con un compañero para evaluar las condiciones tanto mecánicas como electrónicas de la prensa; yo me dediqué a la evaluación electrónica de los sistemas de control y de las condiciones de operación de los equipos periféricos.

En los sistemas electrónicos de la prensa, cuatro servomotores que controlan la presión de impresión ya no funcionaban, al igual de los encargados de mover el registro circunferencial de tres cuerpos impresores.

También el sistema de cambio de plancha de impresión de un cuerpo impresor ya no posicionaba el cilindro para realizar dicho cambio. Además de eso la primera unidad estaba deshabilitada en sus sistemas eléctricos pues presentaba fallas en todos los servomotores de registro, de presión y los sistemas de seguridad de las rejillas de protección.

En los equipos periféricos, el gabinete que genera el aire de soplado y la succión de algunos elementos presentaba fallos en la bomba de vacío y en varios ventiladores de soplado, lo que originó en que el personal de mantenimiento proporcionara de manera externa aire de soplado y de succión al marcador y a la unidad de inversión.

El gabinete de solución de mojado y enfriamiento por glicol ya no realizaba el llenado automático de la tina de la solución de mojado, presentaba fallas en el sistema de refrigeración de los circuitos de glicol y solución de mojado, y los sensores de flujo del glicol del ya no funcionaban, por lo que se puentearon las señales en la caja de mando haciendo que la bomba de dicho circuito bombeara líquido con aire, provocando la falla de otras dos bombas con anterioridad.

El gabinete con el compresor neumático presentaba una falla en el sistema de secado del aire neumático, lo que generó que varios pistones de la prensa se dañaran por presentar humedad en el aire comprimido. El compresor sufrió una falla por sobrecalentamiento y su mecanismo de compresión se bloqueó completamente, obligando al cliente a conectar una compresora externa y conectándola solamente al sistema de secado del gabinete. La falla por sobrecalentamiento fue provocada por las fugas constantes en los actuadores neumáticos, haciendo que el compresor trabajara continuamente. El compresor es de tipo *scroll* o de espiral.



Imagen 4.6 Interior del compresor dañado.

Después de realizar la visita de evaluación, solicité la cotización de las piezas que eran requeridas reemplazar, el presupuesto que dio el cliente fue de casi un millón de pesos, por lo que tuve que considerar las piezas que de verdad era necesaria cambiarlas, además de que también se consideraría las piezas mecánicas que mi compañero también cotizó. Como mi empresa es una filial directa de Heidelberg Alemania (la empresa madre), las piezas que se soliciten a ellos van garantizadas por tres meses desde su instalación con nosotros, por lo que el cliente recurrió a nosotros por las garantías que se le ofrece.

Primero se realizó el mantenimiento y reparación del gabinete del aire. Primero se revisó la bomba de vacío, la cual fue desmontada del gabinete y procedí a su inspección; se encontró que el depósito de aceite de la bomba estaba en bajo nivel, y según reportes de los operarios la bomba producía un sonido agudo al arrancar, después de eso revisé el mecanismo que produce el vacío, solo para encontrar que todo ese elemento estaba completamente dañado por la falta de lubricación y el sobrecalentamiento que experimentó hizo que se dilataran las piezas impulsoras y causaran un bloqueo, inutilizando la bomba.



Imagen 4.7 Bomba de vacío empleada en el gabinete.

Debido a eso, la bomba se tuvo que reemplazar por completo por una nueva. Realicé las conexiones eléctricas de la bomba, así como las mangueras que conducen el aire de succión.

De igual manera revisé las turbinas de soplado del gabinete, encendiendo todas las turbinas e inspeccionando en cada una que el motor eléctrico que mueve las aspas tuviera corriente, y después inspeccionar que estuvieran moviéndose; después de revisar las seis turbinas con las que cuenta el gabinete encontré que dos de ellas estaban bloqueadas mecánicamente, y una de las tarjetas de potencia que controlan dos turbinas estaba dañada. Para evitar que se quedara la prensa sin aire de soplado, intercambié las conexiones de las turbinas

bloqueadas por la de las turbinas que no giraban por la tarjeta dañada; después removí todos los elementos dañados y llegando las refacciones las coloqué, para después realizar de nuevo la prueba que realicé al principio.

Después procedí a la reparación del gabinete de enfriamiento de glicol y solución de mojado, el cual se encontraba en muy mal estado; como presentaba problemas en varios sensores revisé primero la caja de mando para ver las señales de los sensores y el cableado si no presentaba algún corto circuito o que uno de ellos estuviera trozado.

Los circuitos electrónicos en la caja de mando de dicho gabinete se encontraban ya modificados por parte del personal de mantenimiento del cliente, los sensores que presentaban fallo se encontraban con conexiones directas a 24 volts para que las señales de entrada en las tarjetas controladoras estuvieran en alto, haciendo que las condiciones de trabajo del gabinete fueran las correctas aunque éstas no lo fueran; por ello me dediqué a revisar todos los sensores que estuvieran en éstas condiciones de puenteado.

El sensor de flujo del circuito de glicol consiste en un interruptor de límite de carrera que es activado por una laminilla de metal, que al pasar el flujo de líquido éste empuja dicha laminilla activando el interruptor; éste sensor cuenta con una rosca que lo acopla a un codo en "T" en la tubería del circuito. El sensor ya no funcionaba pues el acoplamiento del sensor a la laminilla se encontraba oxidado, por lo que la laminilla ya no activaba el

interruptor de manera correcta, generando que siempre el estado del sensor era de flujo escaso. Ésta oxidación se debió a que el circuito ya no contaba con glicol, si no que era rellenado con agua. Por ello el sensor se encontraba oxidado, y agregando las fugas que presentaba el circuito en las unidades de la prensa, varias bombas fueron dañadas por mezclar aire con líquido.

Cambié el sensor por uno nuevo, y realicé el cambio en la conexión electrónica de la caja de mando, también procedí a verificar y tapan las fugas del circuito de glicol para después rellenar el líquido en el circuito, pero ahora tuve que purgar el agua con oxido en las tuberías, pasando agua limpia varias veces. Después de limpiar el circuito, lo rellené con glicol, que además de evitar la oxidación, el intercambio de calor es más eficiente con el circuito de gas refrigerante. Con éste cambio de fluido, también se corrigió los problemas de regulación de temperatura de ambos circuitos, incluso el circuito de refrigeración.

Para el sistema de llenado automático de la tina de la solución de mojado, primero analicé los elementos faltantes y defectuosos conociendo previamente como opera el sistema automático; de elementos faltantes solo era el indicador de nivel de la tina, el cual su señal estaba puenteada para indicar que siempre había solución; de elementos defectuosos eran las electroválvulas de los dosificadores de agua y alcohol y el medidor de porcentaje de alcohol de la solución.

Se pidieron las piezas antes mencionadas y después tuve que realizar el reemplazo y la conexión de los elementos. El sensor de nivel tuve que reparar el cable, pues se encontraba trozado, lo que probablemente confundieron los del personal de mantenimiento con el mal funcionamiento del sensor; por ello tuve que realizar el acomodo del cable nuevo de tal manera que no se viera atorado o rozando con alguna pieza del gabinete. Después de conectar el sensor, probé el funcionamiento de éste midiendo el cambio en la continuidad del cable y que en la caja de control se realizara el cambio de estado en las tarjetas de control.

Para la electroválvula del dosificador de agua tuve que desarmar la tubería completa del agua, pues las conexiones roscadas de la electroválvula vieja estaban oxidadas, y para evitar retrasos por esperar la tubería nueva decidí solo cambiar el resorte y el solenoide de la vieja electroválvula por las de la nueva. Reconecté la tubería y después agregué un dosificador de tipo hidrodinámico (llamado *fluidos*) para agregar al agua un aditivo que se ocupa para la solución de mojado (éstos aditivos funcionan como reguladores de pH y para reducir la tensión superficial del agua, ayudando a que se separe eficientemente el agua y la tinta).

El dosificador de alcohol y el sensor de alcohol se encuentran en un solo dispositivo conocido como *alcosmart*, el cual mide el porcentaje de alcohol en la solución de mojado tomando muestra de la tina y circulándola por el sensor. El porcentaje de alcohol se puede variar, en caso de que falte, el dosificador del *alcosmart* bombea el alcohol a la tina de la solución, hasta que el porcentaje de alcohol en la solución sea el deseado.

Para este caso del *alcosmart* se tuvo que reemplazar por completo, pues no se pueden adquirir las piezas por separado, así que para el cambio solo tuve que desconectar la manguera del dosificador al depósito de alcohol y el cable de comunicación de la caja de control al *alcosmart*.



Imagen 4.8 Sistema de llenado automático antes (izq.) y después de la reparación (der.).



Imagen 4.9 Alcosmart.

Después de terminar con los equipos periféricos, continué con el sistema electrónico de la prensa.

Primero revisé los servomotores que regulan la presión de los cilindros, pues como se pueden imprimir varios grosores de papel, la presión de dichos cilindros es diferente, además de que se puede compensar las presiones unas cuantas centésimas de milímetro en dado caso de que la impresión sea escasa o sea excesiva; todo esto lo regula dicho servomotor que le da un límite a la carrera del pistón que da la presión.

Se revisaron los cuatro servomotores dañados para descartar bloqueos mecánicos o una falla en sus potenciómetros; dos de los cuatro si presentaban bloqueo mecánico por lo que los reemplacé y calibré a la presión que estaban ocupando los operadores para su trabajo actual. Los otros dos servomotores ya no presentaban corriente en sus cables de alimentación, por lo que tuve que revisar el cable que al parecer estaba trozado, pero rastreando hasta la caja de mando de la unida el cable estaba intacto por lo que revise en

el gabinete principal las conexiones de las tarjetas que controlan las señales y el accionamiento de los servomotores, tanto de registro como de la presión de impresión. Para el servomotor que revisaba, encontré que el cable de conexión a la tarjeta del gabinete central que lo controla estaba mal conectado, pues al parecer alguna otra persona lo desconectó por accidente y no lo reconectó como debía. Conecté correctamente el cable y revisé el demás cableado para ver si no existía otro problema similar; desafortunadamente si encontré la misma situación en otras conexiones y las corregí todas.



Imagen 4.10 Vista frontal y trasera de los racks de tarjetas de control del gabinete central.

Al realizar esas correcciones en las conexiones del gabinete principal, en la consola desaparecieron varios de los errores en los servomotores de los registros de la mayoría de las unidades. Reinicié la prensa para que los controles realizaran el test de inicio de los servomotores para que se conozca cuales no operan de manera correcta; éste programa mueve los servomotores unos grados en sentido horario y anti horario para que los controladores conozcan la posición exacta de cada servomotor, si no responden a la orden de moverse, el controlador los marca como defectuosos, solo al prenderse la prensa. Después de iniciada la prensa, en la consola solo marcaba que la primera unidad de impresión estaba deshabilitada, por lo que los problemas de servomotores en los demás cuerpos impresores fueron corregidos por la revisión que realicé en el gabinete central.

Para habilitar la primera unidad de impresión se volvió a conectar los cables en el gabinete central, pues fueron desconectados para permitir que la prensa trabajara. Al conectar los cables se revisaron los servomotores de registro y presión, además de los *switch* límite de carrera que indican que las rejillas de protección están abiertas o no. Encontré que los

servomotores estaban operativos, al igual que los límites de carrera de las rejjas; el único problema que había era que el *switch* del eje salva manos de protección entre el cilindro porta planchas y el porta mantilla siempre marcaba que estaba activado. Este eje es de color rojo y es para prevenir que cualquier objeto se meta entre los cilindros antes mencionados y cause un daño a la prensa, y para evitar que las manos de los operadores sean aplastadas entre ambos cilindros.

Todos los *switch* de la prensa cuentan con dos platinos: uno normalmente abierto (NA) y otro normalmente cerrado (NC); el platino NA se emplea para mandar la señal de que el *switch* ha sido activado, mientras que el NC se ocupa como verificador de estado o de seguridad para indicar que en realidad fue activado o no el *switch*. En el caso del eje salva manos en cuestión el platino NA ya no hacía contacto, pero el NC si se desactivaba y hacía que mandará una señal de paro a la consola de la prensa, bloqueándola de cualquier movimiento. Para corregir el error de manera temporal, realicé un puenteo de ambas señales del *switch* en la caja de mando de la unidad: el platino NA a cero volts y el NC a 24 volts; con esto se borró el error que impedía que la prensa fuera movida. Después de que llegara el *switch* nuevo (pues tardó un par de días en llegar), retiré los puentes de la caja de control y realicé las conexiones del *switch* nuevo, y después comprobé que el eje salva manos al ser activado mandara la señal de alarma a la consola, evento que se realizó.

Éste mantenimiento fue una renovación del sistema electrónico de la prensa, además de reparación y cambio de piezas mecánicas de la prensa, pues la prensa solo trabajaba esporádicamente cada mes, pero el cliente pidió el mantenimiento porque de nuevo la producción en la prensa sería continua y necesitaba que estuviera trabajando en las mejores condiciones a pesar de ser una prensa con trece años de vida, que para estándares mundiales después de diez años de vida productiva ya es una máquina reemplazable.

De hecho las tecnologías de control que se emplean en cualquier prensa después de diez años de su construcción ya son consideradas obsoletas, y las piezas de recambio son más difíciles de adquirir o si no están ya en existencia se mandan actualizaciones a las prensas, como en un caso que me tocó al reemplazar todo un gabinete de enfriamiento pues sufrió un accidente, además de estar deteriorado.

Éste cambio de gabinete se decidió realizarlo pues las tuberías del sistema de refrigeración sufrió una congelación total y el personal de mantenimiento accidentalmente calentó demasiado rápido la tubería, causando que las tuberías se agrietaran y se escapara todo el gas refrigerante. Cambiar todas las tuberías costaba más caro que comprar un gabinete nuevo y reemplazarlo por completo, por lo que se tomó esa decisión con aprobación del cliente.

El sistema de comunicación que emplea ésta prensa a la que se le cambió dicho gabinete entre todas las unidades y los equipos periféricos es de tipo serial, ya obsoleta comparada con el sistema de comunicación CAN que se emplea actualmente en las prensas desde el año 2010.

El reemplazo del gabinete tuvo ciertas complicaciones, ya que el protocolo de comunicación del gabinete nuevo que llegó hacia la prensa es de tipo CAN y la fábrica no lo mandó preparado para que se comunicara de manera serial; así que después se envió el convertidor serial/CAN para que en la consola de la prensa pudieran controlar los sistemas de temperatura.

Junto con el convertidor serial/CAN se mandó un manual para realizar su conexión en la caja de mando del gabinete, la cual realicé, además de instrucciones para realizar modificaciones a la configuración de todo el gabinete que se realizan en la pantalla de la caja de mando. Aquí es donde entró el primer inconveniente pues éste gabinete es de última generación donde se controla todo desde la consola de la prensa por medio de la comunicación CAN, incluso los mensajes de aviso y error del gabinete.

Éste inconveniente se resolvió conectando una pantalla con conexión CAN para agregarla a la red CAN interna del gabinete y poder realizar el cambio de configuración estipulado por la fábrica.

Conectada la pantalla se probó que se desplegara la información de los sistemas de control del gabinete, y se procedió al cambio de configuración para que el convertidor serial/CAN funcionara y hubiera ahora comunicación con la prensa y la consola de mando.

Después se conectaron las mangueras de los circuitos de glicol y solución de mojado, y se rellenaron dichos circuitos y se realizaron pruebas de circulación, todo desde la pantalla del gabinete y en la consola de mando se verificó que se pudiera modificar las temperaturas y que se habilitara y deshabilitara los circuitos mencionados.

Éste cambio de gabinete se pudo haber realizado en dos días, pero por la falta del convertidor serial/CAN y la pantalla de la caja de mando, el cambio se vio terminado en dos meses pues el envío de dichas piezas tardó demasiado, pues la fábrica en Alemania no contempló que la prensa fuera tan obsoleta en cuanto a los sistemas de comunicación. Lo que aprendí en este proyecto es que es un gran inconveniente tener que esperar todas las piezas que provienen de Alemania, pues se traduce en más tiempo parada una prensa que a su vez es pérdida monetaria para el dueño de dicha prensa.

Conclusiones.

Todos estos proyectos que acabo de mencionar fueron los que más repercutieron en mi formación como ingeniero de servicio en Heidelberg México, tanto por los conocimientos que adquirí como el tiempo que llevaron realizarlos, pues fueron proyectos donde apliqué conocimientos adquiridos en la carrera para entender el funcionamiento de la prensa y de los sistemas de control, además de emplear el pensamiento abstracto para resolver fallos que quizás no estén estipulados en los manuales de servicio de las prensas. También he de aclarar que fueron de los proyectos donde participaba en toma de decisiones o en su mayoría colaboraba con la toma de ellas, pues al ser nuevo en esta área de la industria muchas veces no tenía idea de lo que sucedía en los proyectos donde iba principalmente a aprender de las prensas, así que eventualmente mientras adquiría más conocimientos pude empezar a participar activamente en los proyectos.

Quizás de las muchas veces que estuve con problemas electrónicos me acordaba de las prácticas de laboratorio y de los proyectos que realicé en mi estancia en la facultad, cuando el circuito que armaba para cualquier maqueta no funcionaba como debía y empezaba a analizar el circuito y sus elementos, mucho de ese conocimiento para rastrear el problema de funcionamiento lo apliqué en los proyectos en los que participé: analizaba paso a paso y descartaba elementos que eran poco probables que fallaran en los sistemas de control de las prensas, y con ello encontraba eficientemente el origen de las fallas en dichos sistemas.

También apliqué conocimientos prácticos de manufactura para poder arreglar tanto herramientas de instalación de las prensas, como la fabricación de algunos elementos temporales para que las prensas funcionaran; también apliqué conocimientos en ingeniería de materiales para saber explicar a algunos clientes porque existían fracturas en algunas piezas de los mecanismos, o darme cuenta si la pieza se dañó en pocos días o llevaba un largo tiempo dañada mirando la superficie de la fractura o el despostillamiento del material.

Como mencioné hice varias aplicaciones de los conocimientos adquiridos en mis estudios superiores en la Facultad de Ingeniería, pero además apliqué el humanismo que nos caracteriza a los ingenieros de la Universidad Nacional Autónoma de México, pues se encuentra a muchos tipos de personas y en cierta medida uno debe saber tratar a los clientes y a los empleados de las plantas pues todos somos distintos en nuestra manera de comportarnos con los demás. En ocasiones mientras realizaba algún servicio uno de los trabajadores de la planta se acercaba a mí pidiendo una explicación de lo que estaba haciendo, yo amablemente le comenté lo que realizaba con el propósito de darle un panorama sencillo de lo que realizaba pues muchos trabajadores no tienen concluida la

secundaria, y quizás eso me hacía sentir a gusto con lo que realizaba pues me ayudaba también a recordar la teoría de cómo funcionan ciertos sistemas.

Las prensas actualmente sí son sistemas automatizados y podría atreverme a decir que son mecatrónicos, pues conjunta los sistemas de control y automatización con los sistemas mecánicos de precisión para poder conservar la larga reputación que ha conservado Heidelberg durante sus años de existencia, y quien mejor que un ingeniero mecatrónico para poder conservarlas funcionando como fueron diseñadas desde un principio.

Bibliografía y referencias.

1. Wikimeida Foundation. "Artes gráficas". Wikipedia.org. http://es.wikipedia.org/wiki/Artes_gr%C3%A1ficas (visitada 14 Octubre 2014).
2. Bann, David. "Actualidad en la producción de artes gráficas". 2008.
3. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. "La imprenta en México." Bibliografía Mexicana. <http://mmh.ahaw.net/imprenta/index.php?iddoc=INTRODUCCION> (visitada 16 Octubre 2014).
4. Fernández de Zamora, Rosa María. "El libro y la imprenta en México: una revisión de sus historias". 2012.
5. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. "Estadísticas a propósito de las Artes gráficas". Censos Económicos 2009. http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/economico/a_proposi_de/ArtesGrafiacs.pdf (visitada 28 Octubre 2014.)
6. Wikimeida Foundation. "Diseño gráfico". Wikipedia.org. http://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_gr%C3%A1fico (visitada 31 Octubre 2014).
7. Wikimeida Foundation. "Prepress". Wikipedia.org. <http://en.wikipedia.org/wiki/Prepress> (visitada 31 Octubre 2014).
8. Wikimeida Foundation. "Registro". Wikipedia.org. [http://es.wikipedia.org/wiki/Registro_\(impresi%C3%B3n\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Registro_(impresi%C3%B3n)) (visitada 31 Octubre 2014).
9. Gottardello, C. "Impresión offset". 1973.
10. Lendio. "Heidelberger Druckmaschinen AG History" FundingUniverse.com <http://www.fundinguniverse.com/company-histories/heidelberger-druckmaschinen-ag-history/> (visitada 19 Noviembre 2014).